

Avaluació i aplicació de noves intervencions en fisioteràpia per evitar caigudes en persones grans

Una aproximació de la pràctica
basada en l'evidència a la
fisioteràpia geriàtrica

Mercè Sitjà i Rabert

Directors

Dr. Xavier Bonfill i Cosp

Dr. Daniel Romero Rodríguez

Barcelona, maig 2012

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

Facultat de Medicina

Departament de Pediatria, Obstetrícia i Ginecologia, i de Medicina Preventiva

**AVALUACIÓ I APLICACIÓ DE NOVES INTERVENCIONS EN
FISIOTERÀPIA PER EVITAR CAIGUDES EN PERSONES
GRANS**

**Una aproximació de la fisioteràpia geriàtrica a la pràctica
basada en l'evidència**

Doctoranda

Mercè Sitjà i Rabert

Directors

Dr. Xavier Bonfill i Cosp

Dr. Daniel Romero i Rodríguez

MERCÈ SITJÀ I RABERT

Fisioterapeuta. Facultat Ciències de la Salut Blanquerna, Universitat Ramon Llull

Psicòloga clínica. Facultat de Psicologia i Ciències de l'Educació Blanquerna, Universitat Ramon Llull

Professora de la Facultat Ciències de la Salut Blanquerna, Universitat Ramon Llull

Directors de Tesi

DR. XAVIER BONFILL I COSP

Doctor en Medicina, Universitat Autònoma de Barcelona

Director del Servei d'Epidemiologia Clínica i Salut Pública de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau

Director del Centre Cochrane Iberoamericà

Professor associat del Departament de Pediatria, d'Obstetrícia i Ginecologia, i de Medicina Preventiva

Facultat de Medicina, Universitat Autònoma de Barcelona

DR. DANIEL ROMERO I RODRÍGUEZ

Doctor en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport, Universitat de Zaragoza

Professor del Grau de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport de l'Escola Universitària de la Salut i l'Esport (EUSES), Universitat de Girona

Cap del Departament de Ciències de l'Esport de l'Academia Sanchez-Casal, Barcelona

AGRAÏMENTS

Al Dr. Xavier Bonfill, per creure en mi com a fisioterapeuta i iniciar-me en el món de la recerca amb tot el seu suport i convenciment. Sento que mai et podré estar prou agraïda per compartir la teva passió i “el bon fer”. Has suposat per mi un model com a professional i persona.

Al Dr. Daniel Romero, per saber guiar-me com a professor i donar-me el suport com a amic. Gràcies per apropar-te a la fisioteràpia geriàtrica i compartir amb mi la teva experiència com a fisioterapeuta investigador.

Als companys del Centre Cochrane Iberoamericà, en especial a la Marta Roqué, a l'Ivan Solà, al David Rigau, a la M. José Martínez, al Gerard Urrutia, a l'Ignasi Gich, a la Marga Garcia, a la M. José Díaz, a la M. Teresa Puig, a la Sera Tort, a la Carolyn Newey i a l'Héctor Pardo. Gràcies per treballar amb mi i oferir-me els vostres coneixements amb les mans obertes. De vosaltres sempre he rebut facilitats davant els problemes. Ha estat un plaer conèixer-vos!

A la Dra. Azahara Fort, gràcies per compartir les meves il·lusions, les hores de treball i dedicació sense esperar res a canvi.

A les joves fisioterapeutes Marta Delicado i Victòria Alcaraz, pel vostre entusiasme i altruisme en participar d'aquest projecte.

A les “nenes” i als meus companys de la Facultat, per compartir i discutir sobre la recerca en fisioteràpia i pels moments de “desconnexió” tan necessaris durant aquests anys! Un agraïment especial al Gabriel Gual, al Ferran Rey, a l'Anna German, al Jordi Vilaró i a l'Eva Martorell pel seu ajut durant l'assaig clínic.

Al Dr. Màrius Duran, degà de la Facultat Ciències de la Salut, per facilitar el meu desenvolupament professional, des de la docència a la investigació.

A totes les fisioterapeutes i a tots els fisioterapeutes, metges i metgesses que es dediquen a la geriatria, els quals m'han regalat el seu temps i esforç fent viable la investigació en la gent gran. Igualment als directors i a les directores de les residències geriàtriques, per donar-me suport i creure en la recerca. Gràcies al Dr. Salvà, per tots els seus bons consells.

A la Coloma Moreno, secretària del CEIC de la Cooperació Sanitària Parc Taulí, per la seva atenció i professionalitat en la tutela de l'assaig clínic. Igualment, la meva gratitud a la Sra. Núria Gamell, per dirigir-me i facilitar-me el camí al CEIC de l'Hospital Mútua de Terrasa.

Finalment, el meu agraïment a l'empresa Tecnosport i en especial a Juan Manuel Abat i Andreu Fadó per creure en un projecte dirigit a la geriatria.

A tots els avis que he tingut l'oportunitat de conèixer al llarg del meu desenvolupament com a fisioterapeuta. Els seus problemes han estat per mi una inquietud que m'han incentivat per anar cap a un camí més enllà de la fisioteràpia clínica. A tots ells els dec aquest treball.

Als meus pares, pels valors que m'han transmès al llarg de la vida i pel seu esforç, que m'ha permès arribar avui on sóc. I a la meva família, la qual sempre he sentit a prop i m'ha ajudat quan més ho he necessitat.

A tu Joan, que has caminat al meu costat en tot aquest projecte, respectant les meves absències, físiques o mentals, i donant-me suport en moments en què segurament no he sabut agrair-t'ho prou. I a tu, petit Joan, que has estat l'energia i el motiu per finalitzar aquesta tesi. A tots dos, gràcies per entendre tot el temps que us he robat.

CERTIFICACIÓ

UAB

Dr. Xavier Bonfill i Cosp, professor associat de Medicina Preventiva i Salut Pública a la Facultat de Medicina de la Universitat Autònoma de Barcelona,

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □

Que la tesi doctoral presentada per Mercè Sitjà i Rabert, amb el títol “Avaluació i aplicació de noves intervencions en fisioteràpia per evitar caigudes en persones grans. Una aproximació de la fisioteràpia geriàtrica a la pràctica basada en l’evidència”, ha estat realitzada sota la meva direcció.

I per tal que així consti a efectes oportuns, signo el present certificat



Barcelona, 26 d’abril de 2012.

CERTIFICACIÓ

UB

Dr. Daniel Romero Rodríguez, professor associat a la Facultat de Ciències de l'Esport i l'Activitat Física de la Universitat de Girona,

CERTIFICA

Que la tesi doctoral presentada per Mercè Sitjà i Rabert, amb el títol “Avaluació i aplicació de noves intervencions en fisioteràpia per evitar caigudes en persones grans. Una aproximació de la fisioteràpia geriàtrica a la pràctica basada en l'evidència” ha estat realitzada sota la meva direcció.

I per tal que així consti a efectes oportuns, signo el present certificat



Barcelona, 26 d'abril de 2012.

FINANÇAMENT

La realització d'aquest treball de tesi doctoral ha estat possible gràcies a diversos ajuts parcials

- Beca concedida (expedient 07/90726) per l'Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS) de l'Instituto Carlos III (ISCIII), en la convocatòria de projectes d'Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETES), pel projecte “Revisió sistemàtica de l'eficàcia de l'entrenament mitjançant plataforma vibratòria per a la prevenció de caigudes en gent gran”.
 - Beca concedida (expedient 180/2010) per l'Instituto de Mayores y Servicios Sociales (Ministerio de Sanidad y Política Social de España), per al projecte “Eficàcia de l'entrenament mitjançant plataformes vibratòries en la millora de l'equilibri en persones grans institucionalitzades: assaig clínic aleatoritzat, multicèntric, controlat i paral·lel, amb emmascarament de l'avaluador”.
 - Un semestre de permís remunerat concedit per la Facultat Ciències de la Salut Blanquerna (Universitat Ramon Llull) a la professora Mercè Sitjà i Rabert.
 - Suport i assessorament del Centre Cochrane Iberoamericà, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona.
-

CONFLICTES D'INTERÈS

L'autora declara no tenir conflictes d'interès. Tanmateix, vol fer constar que per dur a terme l'assaig clínic ha comptat amb la cessió de dues plataformes vibratòries per part de l'empresa Tecnosport condition SLU.

Fa temps, un bon amic em va donar el següent consell:

“Si trobes alguna cosa que desperta el teu interès, estudia-la a fons. Si després d’estudiar-la en profunditat desitges continuar aprenent, incorpora-la a la teva vida. I només després, si de veritat vols continuar l’aprenentatge, aleshores ensenya-la”.

I va afegir: “Recorda que arribat a aquest punt, si no ho dones als altres, tot el que fins a llavors hagis après amb prou feines et serà d’utilitat”.

Silencio interior: ensayo sobre meditación de Emilio J. Gómez

ÍNDEX

PRESENTACIÓ	15
RESUM	19
RESUMEN	23
ABSTRACT	27
INTRODUCCIÓ	31
LA VELLESA	31
PROBLEMES DE SALUT EN LA VELLESA	32
LES CAIGUDES	36
TRASTORNS DE LA MARXA I L'EQUILIBRI	43
DEBILITAT MUSCULAR	47
LA PRÀCTICA CLÍNICA BASADA EN L'EVIDÈNCIA EN FISIOTERÀPIA	52
ETAPES DE LA PRÀCTICA BASADA EN L'EVIDÈNCIA	53
INTERVENCIÓNS DE FISIOTERÀPIA DIRIGIDES A LA MILLORA DE L'EQUILIBRI, FORÇA MUSCULAR I PREVENCIÓ DE CAIGUDES	60
INTERVENCIÓNS PER A LA MILLORA DE L'EQUILIBRI	60
INTERVENCIÓNS PER A LA MILLORA DE LA FORÇA MUSCULAR	65
INTERVENCIÓNS PER A LA PREVENCIÓ DE CAIGUDES	69
LES VIBRACIONS MECÀNIQUES MITJANÇANT PLATAFORMES VIBRATÒRIES EN GENT GRAN	79
CARACTERÍSTIQUES DE LA VIBRACIÓ	80
EFECTES DE L'ENTRENAMENT AMB PLATAFORMA VIBRATÒRIA	83
RISC-BENEFICI DE L'ENTRENAMENT AMB VIBRACIONS MECÀNIQUES	88
OBJECTIUS	93
OBJECTIUS GENERALS	93
OBJECTIUS ESPECÍFICS	93
METODOLOGIA	95
METODOLOGIA DE LES REVISIONS SISTEMÀTIQUES	96
METODOLOGIA DE L'ASSAIG CLÍNIC	99
RESULTATS	105
PUBLICACIONS PRESENTADES COM A PART D'AQUESTA TESI	105
RESUM DELS RESULTATS	107

PRIMERA PUBLICACIÓ	107
<p>Sitjà-Rabert M, Rigau D, Fort Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodríguez D, Bonastre Subirana M, Bonfill X. Efficacy of whole body vibration exercise in older people: a systematic review. Disability & rehabilitation.2012;34(11):883-893.Doi: 10.3109/09638288.2011.626486</p>	
SEGONA PUBLICACIÓ	120
<p>Sitjà-Rabert M; Martínez-Zapata MJ; Fort Vanmeerhaeghe A; Rey Abella F; Romero-Rodríguez D; Bonfill X. Whole body vibration for older persons: an open randomized, multicentre, parallel, clinical trial. BMC Geriatrics 2011, 11:89 doi:10.1186 /1471-2318-11-89</p>	
TERCERA PUBLICACIÓ	128
<p>Sitjà Rabert M, Rigau Comas D, Fort Vanmeerhaeghe A, Santoyo Medina C, Roqué i Figuls M, Romero-Rodríguez D, Bonfill Cosp X. Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease. Cochrane Database of Systematic Reviews 2012, Issue 2. Art. No.: CD009097. DOI: 10.1002/14651858.CD009097.pub2</p>	
DISCUSSIÓ	177
DISCUSSIÓ DERIVADA DE LES PUBLICACIONS	177
EFICÀCIA DE LES VIBRACIONS DE COS SENCER EN PERSONES GRANS	177
PRIMERS COMENTARIS DELS RESULTATS PRELIMINARS DE L'ESTUDI "ENTRENAMENT AMB VIBRACIONS MECÀNIQUES EN PERSONES GRANS: UN ASSAIG CLÍNIC ALEATORITZAT, MULTICÈNTRIC I PARAL·LEL".	182
EFICÀCIA DE LES VIBRACIONS DE COS SENCER EN PERSONES AMB PATOLOGIES NEURODEGENERATIVES	192
DISCUSSIÓ DELS ASPECTES GENERALS	197
REPTES METODOLÒGICS DELS ASSAIGS CLÍNICS EN FISIOTERÀPIA GERIÀTRICA I VIBRACIONS MECÀNIQUES	198
CONCLUSIONS	213
IMPLICACIONS PER A LA PRÀCTICA CLÍNICA	213
IMPLICACIONS PER A LA RECERCA	214
BIBLIOGRAFIA	215
ANNEXOS	241
ANNEX 1. RESULTATS PRELIMINARS DE L'ESTUDI "ENTRENAMENT AMB VIBRACIONS MECÀNIQUES EN PERSONES GRANS: UN ASSAIG CLÍNIC ALEATORITZAT, MULTICÈNTRIC I PARAL·LEL".	241
FLUX DE PARTICIPANTS	241
IMPLEMENTACIÓ DE LA INTERVENCIÓ	244
RECLUTAMENT	245
DADES BASALS	245

NOMBRE DE PERSONES ANALITZADES	247
VARIABLES	248
ANNEX 2. QUADERN DE RECOLLIDA DE DADES DE L'ESTUDI	261

PRESENTACIÓ

Aquesta tesi que es presenta per via de compendi de publicacions és el resultat de la meua trajectòria com a investigadora en el camp de la fisioteràpia geriàtrica sota els principis de la pràctica basada en l'evidència.

Els anys de treball com a fisioterapeuta en l'àmbit de la geriatria han estat un incentiu per qüestionar-me les intervencions realitzades i buscar respostes davant les incerteses que la pràctica assistencial m'ha generat. El propòsit d'investigar en la prevenció de caigudes en persones grans institucionalitzades no deixa de ser un homenatge a tots els avis que he tractat, els problemes dels quals han estat un estímul per a mi.

L'interès d'estudiar les vibracions de cos sencer es dona arran de compartir coneixements i inquietuds sobre aquesta tècnica amb dos companys fisioterapeutes, els quals utilitzen aquesta intervenció en l'àmbit esportiu, on l'aplicació de les vibracions és més habitual. Les publicacions entorn als seus beneficis en la millora del control neuromotor dels esportistes fan plantejar-ne l'aplicació en la prevenció de caigudes en geriatria. Les orientacions del Dr. Dani Romero i el suport de la Dra. Azahara Fort han estat fonamentals per desenvolupar-me en aquesta àrea. Arran d'això el Dr. Dani Romero va esdevenir codirector de la tesi, juntament amb el Dr. Xavier Bonfill.

El suport de l'equip d'investigadors que treballen al Centre Cochrane Iberoamericà, i sobretot la direcció del Dr. Xavier Bonfill, ha suposat un enriquiment com a professional, però sobretot un creixement com a investigadora en el camp de la recerca clínica. La seva passió i cerca constant en el treball i la divulgació de la informació científica per tal que

aquesta sigui rigorosa, actualitzada i fàcilment entesa per tothom ha estat un exemple per a mi. Estem en un moment en què la pràctica clínica es fonamenta cada vegada més en la millor evidència disponible. Per aquesta raó, cal valorar l'eficàcia de les intervencions clíniques a través de processos de revisió sistematitzats, tal com pretén aquesta tesi, que es presenta mitjançant dues revisions sistemàtiques i un protocol d'un assaig clínic aleatoritzat que han estat publicats i en la qual la doctoranda es presenta com a primera autora.

La concessió d'una beca per part de l'Agència d'Avaluació de Tecnologies Sanitàries (Institut Carlos III, expedient 07/90726) em va oferir l'oportunitat d'avaluar l'aplicació de les vibracions de cos sencer mitjançant una revisió sistemàtica. Una ampliació i actualització d'aquesta revisió és la que es presenta en aquesta tesi, publicada en una revista indexada internacional. Com que a la revisió s'exclouen estudis realitzats en persones afectades de malalties neurodegeneratives i que el meu treball com a fisioterapeuta comporta atendre persones amb deteriorament cognitiu, em vaig proposar de realitzar una revisió sobre l'aplicació i l'eficàcia de l'entrenament amb vibracions mecàniques en persones amb malalties neurodegeneratives. Així doncs, la segona revisió que fonamenta aquesta tesi és una revisió Cochrane amb l'objectiu d'estudiar l'eficàcia de les vibracions de cos sencer en la millora funcional per a les activitats de la vida diària en persones que n'estan afectades.

L'interès per realitzar un assaig clínic ha estat un element clau en la meua formació com a investigadora. Tot i les dificultats que pròpiament comporta un assaig clínic en l'àmbit de la fisioteràpia, la idea de realitzar-lo en una residència geriàtrica ha estat un repte encara major per la poca tradició de recerca que hi ha en aquests centres. L'obtenció d'una beca IMSERSO (expedient 180/10) ha permès la realització d'aquest assaig clínic (aleatoritzat controlat, multicèntric i amb emmascarament de l'avaluador) l'objectiu del qual ha de permetre determinar l'efecte de les vibracions de

cos sencer sobre l'equilibri i veure'n la influència en el seguiment de caigudes en la població geriàtrica institucionalitzada. Novament, el suport de l'equip d'investigadors del Centre Cochrane Iberoamericà, juntament amb el de la Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna (URL), i sobretot la predisposició tant de companys fisioterapeutes com de la direcció de les residències, ha permès fer realitat aquest projecte de recerca. En aquesta tesi per compendi de publicacions, es presenta la publicació del protocol de l'assaig clínic com a tercer estudi. Aquest assaig clínic comporta un seguiment de les caigudes durant mig any, però ja que es disposa dels resultats de la variable principal (equilibri i força muscular) a les 6 setmanes, es presenten com a annexos en aquesta tesi.

En resum, aquest treball pretén aportar evidències majors que les que tenim actualment sobre l'aplicació de les vibracions de cos sencer en l'àmbit de la gent gran, a banda d'una reflexió de la investigació realitzada entorn d'aquest tema. Finalment, a banda de l'objectiu específic de cadascuna de les revisions i de l'assaig clínic, la compilació d'aquesta tesi doctoral pretén il·lustrar el recorregut que la doctoranda ha fet i està fent tant en la seva formació com en l'àmbit de la recerca.

RESUM

Antecedents: Els problemes relacionats amb l'equilibri i la força muscular en persones grans o afectades de malalties neurodegeneratives poden comportar conseqüències importants com ara les caigudes. La seva alta prevalença en aquesta població, d'entre el 30%-35%, i encara major en persones institucionalitzades (40%), comporta un elevat impacte social i sanitari. L'entrenament mitjançant vibracions de cos sencer sembla ser una intervenció que podria comportar beneficis en els problemes relacionats amb les caigudes o mobilitat funcional, aspectes importants per l'autonomia de la persona. Malgrat això, la base d'evidència científica d'aquesta intervenció és incerta i poc estudiada.

Mètodes: S'han realitzat dues revisions sistemàtiques per avaluar l'eficàcia i la seguretat de les intervencions amb vibracions de cos sencer, en un col·lectiu sobre el qual l'evidència és incerta (gent gran o persones afectades de malaltia neurodegenerativa).

També s'ha portat a terme un assaig clínic aleatoritzat per tal d'avaluar l'eficàcia de les intervencions de cos sencer per a la millora de l'equilibri i la força muscular en persones grans institucionalitzades de Catalunya. Addicionalment s'ha realitzat un seguiment de les caigudes per valorar-ne l'efecte.

Resultats: L'entrenament amb vibracions de cos sencer sembla millorar la força muscular i l'equilibri en persones grans si es compara amb un grup control o placebo (el qual realitza el mateix exercici sense la vibració o bé no canvia les rutines diàries), però les diferències no semblen existir quan es compara amb la realització d'exercici físic o convencional (exercicis

d'equilibri, entrenament de la resistència muscular, caminar o un programa de condicionament físic). En aquest cas, els efectes són similars excepte en la densitat mineral òssia. No hi ha cap estudi que avaluï l'eficàcia de l'entrenament amb vibracions de cos sencer per prevenir caigudes. Pel que fa a la seva eficàcia en les persones afectades de malalties neurodegeneratives, s'ha estudiat únicament en la malaltia de Parkinson i en l'esclerosi múltiple. No hi ha suficient evidència per refusar o no la intervenció, ja que no hi ha suficients estudis. Tot i això, una única sessió de vibracions mecàniques sembla millorar la deambulació en persones afectades de Parkinson.

Discussió: El fisioterapeuta contemporani necessita informació ràpida, completa i fiable que l'ajudi en les seves decisions clíniques. En aquest sentit, les revisions sistemàtiques permeten clarificar les incerteses que es puguin plantejar englobant la millor evidència disponible.

Tot i així, les revisions sistemàtiques que avaluen intervencions de fisioteràpia estan condicionades, tant per les deficiències metodològiques dels corresponents assaigs clínics com també per una presentació dels resultats poc rigorosa. Així doncs, la qualitat de les evidències disponibles en les dues revisions s'ha vist afectada per les limitacions pròpies dels estudis originals i s'ha qualificat de moderada a baixa. Hi ha quatre aspectes comuns que han limitat aquesta qualitat: deficiències en el disseny i la metodologia dels estudis originals; gran heterogeneïtat en les intervencions realitzades; diversitat en els mètodes d'avaluació de les variables, i una pobra presentació dels resultats obtinguts. No obstant això, aquestes debilitats juntament amb algunes incerteses encara existents, han estat el punt de partida per elaborar un protocol d'assaig clínic que pugui arribar a clarificar-les. Així doncs, s'ha pogut arribar a conclusions més clares sobre l'eficàcia de l'entrenament amb vibracions de cos sencer en persones grans, però, pel que fa a l'efecte en persones amb malalties neurodegeneratives, l'evidència roman incerta.

Conclusions: L'entrenament amb vibracions de cos sencer pot millorar l'equilibri, la força i la potència muscular en comparació amb un grup control o placebo, encara que aquestes diferències no apareixen quan es compara amb la realització d'un programa d'exercici físic (exercici més convencional). Els resultats obtinguts en la densitat mineral òssia quan es comparen amb una intervenció basada en exercici físic no semblen ser clínicament rellevants. La intervenció sembla prou segura, tot i que es recomana que els futurs estudis prevegin un adequat mètode per controlar i seguir els possibles efectes adversos. Hi ha necessitat de més assaigs clínics controlats per poder avaluar millor els beneficis potencials de les vibracions de cos sencer en la prevenció de caigudes en gent gran, i en la millora de l'autonomia per a la realització de les activitats quotidianes en persones afectades de malalties neurodegeneratives.

RESUMEN

Antecedentes: Los problemas relacionados con el equilibrio y la fuerza muscular en personas mayores o afectadas de enfermedades neurodegenerativas pueden generar consecuencias importantes como las caídas. La elevada prevalencia de caídas en la población geriátrica, entre el 30% -35%, y mayor en personas institucionalizadas (40%), implica un elevado impacto social y sanitario. El entrenamiento mediante vibraciones de cuerpo entero parece ser una forma de ejercicio que podría ofrecer beneficios en esta población, sobre todo para los problemas relacionados con las caídas o una mejora en la autonomía para las actividades de la vida diaria. Sin embargo, la base de evidencia científica de esta intervención es incierta y aún poco estudiada.

Métodos: Se han realizado dos revisiones sistemáticas para evaluar la eficacia y seguridad de las intervenciones con vibraciones de cuerpo entero, en un colectivo sobre el que la evidencia es incierta (personas mayores o afectada de enfermedad neurodegenerativa).

También se ha desarrollado un ensayo clínico aleatorizado para evaluar la eficacia de las intervenciones de cuerpo entero para la mejora del equilibrio y la fuerza muscular en personas mayores institucionalizadas. Adicionalmente se ha realizado un seguimiento de las caídas para valorar su efecto.

Resultados: El entrenamiento con vibraciones de cuerpo entero parece mejorar la fuerza muscular y el equilibrio de las personas mayores si se compara con un grupo control o placebo (que realiza el mismo ejercicio sin la vibración o no cambia sus rutinas diarias), pero las diferencias no parecen

existir cuando se compara con la realización de ejercicio físico o convencional (ejercicios de equilibrio, entrenamiento de la fuerza muscular, caminar o fitness). En este caso, los efectos son similares excepto en la densidad mineral ósea. No hay ningún estudio que evalúe la eficacia del entrenamiento con vibraciones de cuerpo entero en la población citada para prevenir caídas. En cuanto a su eficacia en las personas afectadas de enfermedades neurodegenerativas, se ha estudiado en la enfermedad de Parkinson y esclerosis múltiple únicamente. No hay suficiente evidencia para rechazar o no la intervención ya que no hay suficientes estudios. Aún así, una sesión de vibraciones de cuerpo entero parece mejorar la marcha en personas afectadas de la enfermedad de Parkinson en relación a una intervención de ejercicio.

Discusión: El fisioterapeuta contemporáneo necesita información rápida, completa y fiable que le ayude en sus decisiones clínicas. En este sentido, las revisiones sistemáticas permiten clarificar las incertidumbres que se puedan plantear englobando la mejor evidencia disponible. Sin embargo, las revisiones sistemáticas que evalúan intervenciones de fisioterapia se ven condicionadas tanto por las deficiencias metodológicas de los correspondientes ensayos clínicos como por una presentación de los resultados poco rigurosa. La calidad de las evidencias disponibles en las dos revisiones se ha visto afectada por las limitaciones propias de los estudios originales, calificándose de moderada a baja. Hay cuatro aspectos comunes que han limitado esta calidad: deficiencias en el diseño y la metodología de los estudios originales; gran heterogeneidad en las intervenciones realizadas; diversidad en los métodos de evaluación de las variables; y una pobre presentación de los resultados obtenidos. Sin embargo, estas debilidades junto con algunas dudas todavía existentes, han sido el punto de partida para elaborar un protocolo de ensayo clínico que pueda llegar a clarificar estas dudas. Así pues, se ha podido llegar a conclusiones más claras sobre la eficacia del entrenamiento con vibraciones de cuerpo entero

en personas mayores pero en cuanto a su efecto en personas afectadas de enfermedades neurodegenerativas, la evidencia permanece incierta.

Conclusiones: El entrenamiento mediante vibraciones de cuerpo entero puede mejorar el equilibrio, la fuerza y la potencia muscular en comparación con un grupo control o placebo, aunque éstas diferencias no aparezcan cuando se compara con la realización de un programa de ejercicio físico (ejercicio más convencional). Los resultados obtenidos en la densidad mineral ósea cuando se comparan con una intervencions basada en ejercici físico no parecen ser clínicamente relevantes. La intervención parece ser bastante segura, aunque se recomienda que los futuros estudios prevean un adecuado método para controlar y seguir los posibles efectos adversos. Hay la necesidad de más ensayos clínicos controlados para poder evaluar mejor los beneficios potenciales de las vibraciones de cuerpo entero en la prevención de caídas en ancianos, y en la mejora de la autonomía para la realización de las actividades cotidianas en personas afectadas de enfermedades neurodegenerativas.

ABSTRACT

Background: Problems related with poor balance and muscle weakness in the elderly or in people with neurodegenerative diseases are factors that increase the risk of falls. The high prevalence of falls among the elderly (between 30% and 35%) and institutionalized aged people (40%), carries a high social and clinical impact. Whole body vibration training is an intervention that could promote a reduction in falls and an increase in mobility, which are key aspects for this population. However, the basis of scientific evidence for this intervention is unclear and poorly understood.

Methods: We conducted two systematic reviews to evaluate the efficacy and safety of whole body vibration interventions in the elderly and in people with neurodegenerative disease.

We also conducted a randomized clinical trial to assess the efficacy of whole body training in institutionalised elderly to improve balance and muscle strength. Additionally, we evaluated the incidence of falls to measure the effect of the intervention.

Results: Whole body vibration training seems to improve muscle strength and balance in the elderly compared to a control or placebo group (who performed the same exercises as the intervention group but without the vibration, or who did not change their daily activities). However, there were no differences when compared to programs of physical or conventional exercise (balance exercises, resistance training, walking, or fitness). In this case, the effects were similar except regarding bone density.

There are no studies in the currently available literature that evaluates the efficacy of whole body vibration training in the prevention of falls.

Regarding its effect on people with neurodegenerative diseases, it has been studied only on those with Parkinson's disease and multiple sclerosis. Heterogeneity of interventions and outcomes measured make it difficult to determine the potential benefits among this population. For this reason, there is insufficient evidence regarding the effect of this intervention in the improvement of autonomy during the activities of daily living. However, a single session of whole body vibration training seems to improve parkinsonian gait.

Discussion: Contemporary physiotherapists need fast, comprehensive, and reliable information to facilitate their decision-making process. Systematic reviews can clarify uncertainties using the best available evidence. However, systematic reviews that evaluate physiotherapy interventions are conditioned by methodological limitations of the trials included and by poor presentation of results.

Thus, quality of the evidence available from the two systematic reviews conducted is moderate to low, mainly because of limitations in the studies, including deficiencies in design and methodology, heterogeneity of interventions, diversity in the methods of evaluation of outcomes, and a poor presentation of results. However, these weaknesses, together with uncertainties on this topic that still exist, were the starting point for developing a clinical trial protocol that could clarify these uncertainties. Thus, it was possible to arrive at clear conclusions about the efficacy of whole body vibration training in the elderly. Its effect on people suffering from neurodegenerative diseases remains unclear.

Conclusions: Whole body vibration training can improve balance, strength, and muscle power compared to a control group or placebo, although these differences are not seen when compared against physical exercise programs (conventional exercise). The data results obtained on bone density do not seem to be clinically relevant. The intervention appears to be safe,

although it is recommended that future studies anticipate an adequate method for controlling and monitoring possible adverse effects. There is a need for more controlled clinical trials to better evaluate the potential benefits of whole body vibration training in the prevention falls and in the improvement of the functional capacity in daily activities of people with neurodegenerative diseases.

INTRODUCCIÓ

La vellesa

No existeix un criteri clar per determinar l'inici de la vellesa. Fes-se gran va més enllà de l'aspecte cronològic, si bé és clar que un dels criteris que s'utilitza és el de tenir 65 anys o més. Aquesta etapa sol estar marcada per la jubilació i sovint aquest és el primer canvi amb el qual s'ha d'afrontar la persona (1,2). Així doncs, la vellesa és una etapa de la vida en què la persona ha de fer front a canvis i decisions importants. Amb el pas dels anys, la persona pateix alteracions biològiques, morfològiques, bioquímiques, psicològiques i socials. Podríem dir que les pèrdues progressives que s'esdevenen amb l'envelliment són conseqüència d'aquestes alteracions afectant la persona en totes les seves dimensions (3).

Si tenim en compte les característiques biopsicosocials de la persona podem establir que l'envelliment engloba una etapa molt àmplia. En aquesta, hi podem trobar, en primer lloc, persones grans sanes que viuen al seu domicili o en un entorn comunitari amb normalitat i autonomia. En segon lloc, tenim persones amb una afectació crònica que no els dificulta el desenvolupament, o bé persones que transitòriament pateixen alguna malaltia aguda. Finalment, hi ha persones que viuen l'envelliment en una situació de risc, ja sigui per l'afectació d'una malaltia crònica invalidant, per viure un procés de dol recentment, per patir un aïllament social o manca de suport familiar proper, o bé per estar en una situació de pobresa o presentar una malaltia terminal (4,5). En aquests darrers casos, sovint, la persona passa de viure al seu domicili a viure en un habitatge

institucional (residència geriàtrica, centre sociosanitari) on disposa de professionals de la salut en tot moment.

La vulnerabilitat de la persona gran pot descompensar aspectes físics, intel·lectuals i interpersonals que marquen un envelliment saludable. Els professionals de la salut, i els fisioterapeutes en concret, que tracten amb persones grans han de tenir en compte l'aspecte fràgil d'aquesta població en què la descompensació d'algun d'aquests aspectes pot ser irreversible.

Problemes de salut en la vellesa

L'esperança de vida (EV) en néixer de la població espanyola és de 77,2 anys en els homes i de 83,79 anys en les dones. Tot i això, no hi ha una relació directa entre més anys de vida i més qualitat de vida. L'envelliment amb qualitat es reflecteix en l'esperança de vida en bona salut (EVBS), la qual se situa en 63,03 anys en els homes i en 60,64 anys en les dones. Seguint aquesta línia, l'esperança de vida lliure de discapacitat (EVL) se situa en els 65,89 anys en els homes i en 65,7 anys en les dones (6). La millora de l'EV ha creat un augment important del nombre de persones majors de 65 anys, fet que juntament amb d'altres factors (com ara la disminució de la natalitat), comporta un envelliment progressiu de la població.

A l'Estat espanyol, la població de més de 65 anys s'ha anat incrementant des d'un 13,8% l'any 1991 fins a un 17,7% en l'actualitat. La població octogenària ha augmentat d'una manera exponencial i representa el 2,29% de la població. I també ja no és una excepció l'increment de persones centenàries (7). Aquest envelliment també es trasllada a les persones cuidadores i, per tant, les polítiques adreçades a la població geriàtrica no només s'hauran de centrar en la persona afectada, sinó també en la persona cuidadora que generalment és gran i presenta patologies cròniques (8).

El sobreenvelliment de la població genera un repte per a la fisioteràpia. Factors com el sedentarisme i la immobilitat, els trastorns de la marxa, les caigudes i les pèrdues funcionals marquen l'eix central de les nostres intervencions, les quals tenen la finalitat de millorar i/o mantenir l'autonomia funcional de la persona durant el major temps possible.

Segons el Pla de Salut de Catalunya, el 54,5% de la població de més de 65 anys declara no tenir cap dificultat per realitzar les activitats habituals de la vida quotidiana (AHVQ). La resta declara tenir dificultat per desenvolupar-les. En concret, un 41,2% reconeix tenir força dificultat o no poder fer almenys una AHVQ i, a més, necessita ajut per poder-la fer. En el cas de la població de persones grans institucionalitzades, aquests índexs varien d'una forma important. L'enquesta de salut a la població institucionalitzada reflecteix que tres de cada quatre persones tenen dificultats per caminar (71,1%) o altres limitacions del moviment (78,3%). Pel que fa a les AHVD, un 78% de la població declara tenir dificultats per realitzar-les, i un 47,5% d'aquestes dificultats són greus, amb limitacions per sortir de l'habitació. Les limitacions per a les activitats de cura personal també afecten a un 67,7%. En general, s'observa un increment d'aquestes limitacions a mesura que la població va envellint, sobretot en les dones (9). A partir dels 85 anys apareixen més situacions de dependència, que són més predominants en les dones (70,9%) que en els homes (29,1%) (6).

La presència o no de les malalties associades a l'edat poden determinar l'escenari futur de la longevitat en el nostre país (10). Les més predominants són les patologies que afecten el sistema osteoarticular, com l'artrosi, l'artritis o els reumatismes (53%). Seguidament tenim la hipertensió arterial (51,9 %) i, en percentatges inferiors, el dolor d'esquena crònic, bé sigui lumbar (30,2%) o cervical (29,2%). Finalment, i en un menor percentatge, encara que important, hi ha altres afeccions cròniques que influeixen en l'estat de salut de les persones de més de 65 anys, com són el colesterol elevat (30,2%), les cataractes (29,2%), les varices a les cames

(22,4%), la depressió, l'ansietat i altres trastorns mentals (20,9%), la diabetis (17,9%) i les malalties del cor (17,0%), entre d'altres (10). Aquests percentatges augmenten d'una manera important si analitzem la població institucionalitzada, on gairebé tothom pateix algun trastorn crònic (98,5%). Més de la meitat de la població catalana institucionalitzada presenta set o més malalties cròniques (55,1%), el 32,1% en presenta de quatre a sis i l'11,3% declara tenir-ne d'una a tres. La incontinença urinària és el trastorn crònic majoritari en les dones, seguit de la hipertensió arterial, la demència, l'artrosi, l'artritis o el reumatisme i, finalment, la depressió/ansietat. En els homes, en ordre decreixent segons la importància, tenim la hipertensió arterial, la incontinença urinària, l'artrosi, l'artritis o el reumatisme, problemes de pròstata, demència i depressió/ansietat. En general, tant si estan institucionalitzades com no, les dones solen presentar un percentatge major de malalties cròniques que no pas els homes, ja que la població més envellida són les dones (9).

En aquest escenari poblacional, la fisioteràpia esdevé un element important per fer front a les necessitats que la població presenta, on novament la prevenció és un aspecte important per a l'autonomia futura de la persona.

La primera causa de mortalitat en la població de més de 65 anys està relacionada amb l'aparell circulatori (s'hi vincula la hipertensió, el colesterol, el sobrepès, els hàbits no saludables...). El càncer és la segona causa de mortalitat, tot i que és menys prevalent en edats avançades en què, per exemple, els problemes circulatoris són més habituals (10). Els problemes respiratoris i digestius són la tercera i quarta causa de mort en la població de més de 65 anys. Tot i que els trastorns mentals i neurològics no són una causa directa de mortalitat, cal tenir en compte que sí que són una causa directa de dependència. La demència més freqüent és la del tipus Alzheimer, un 40% per sobre de la resta de demències (17,9% vasculars i 4,7% mixtes) (9,10).

Els fisioterapeutes i altres professionals de la salut que tracten persones grans han de tenir en compte la complexitat patològica que manifesta aquesta població. La comorbiditat, la polifarmàcia i l'aïllament social, entre d'altres aspectes, afavoreixen una major fragilitat en la persona (11). És habitual que la manifestació simptomàtica de la malaltia sigui diferent a la de l'adult i això comporta una dificultat a l'hora de diagnosticar-la (12), sobretot en els casos de persones amb trastorns cognitius i/o problemes mentals, síndromes geriàtriques habituals en les persones grans.

Es defineix com a síndrome geriàtrica el conjunt de signes i símptomes deguts a una multicausalitat. Kane, a l'any 1989, ja definia en el seu llibre *Essentials of Clinical Geriatrics* les síndromes següents: alteracions sensorials, farmacologia i iatrogènia, depressió/insomni (diagnòstic diferencial entre depressió i demència), delirium o síndrome confusional agut, deteriorament cognitiu lleu, demència, incontinència urinària i/o fecal, restrenyiment, desnutrició, úlceres per pressió, alteracions de la marxa, inestabilitat i caigudes i, finalment, immobilitat.

L'envelliment social comporta un impacte socioeconòmic en la nostra societat, ja que en augmentar el nombre de persones grans hi ha un increment de persones que pateixen algun trastorn crònic o alguna discapacitat, que en molts casos els fa dependents. Així doncs, les malalties cròniques augmenten la demanda de recursos i generen una necessitat d'atenció i control al llarg de tota la vida. Algunes teories relacionen aquest impacte socioeconòmic no només amb la morbiditat, sinó també amb la intensitat i l'ús de recursos tecnològics i la mortalitat, ja que és en el darrer any de vida que hi ha la major despesa econòmica (13). La compressió de la morbiditat generaria un escenari més optimista per disminuir aquest impacte ja que és un marcador clau en el control i progressió de les malalties, en la millora de la salut i en el control de nous

escenaris de fragilitat en les persones grans (14). En aquesta línia, novament la fisioteràpia podria ser un element estabilitzador per evitar processos nous de malaltia deguts a l'efecte dominó que provoca la fragilitat de la persona gran. Finalment, la pràctica d'exercici físic habitual, progressiu i adaptat a les necessitats de cada persona gran amb patologies cròniques predisposa que la persona pugui gaudir d'un envelliment més saludable (15).

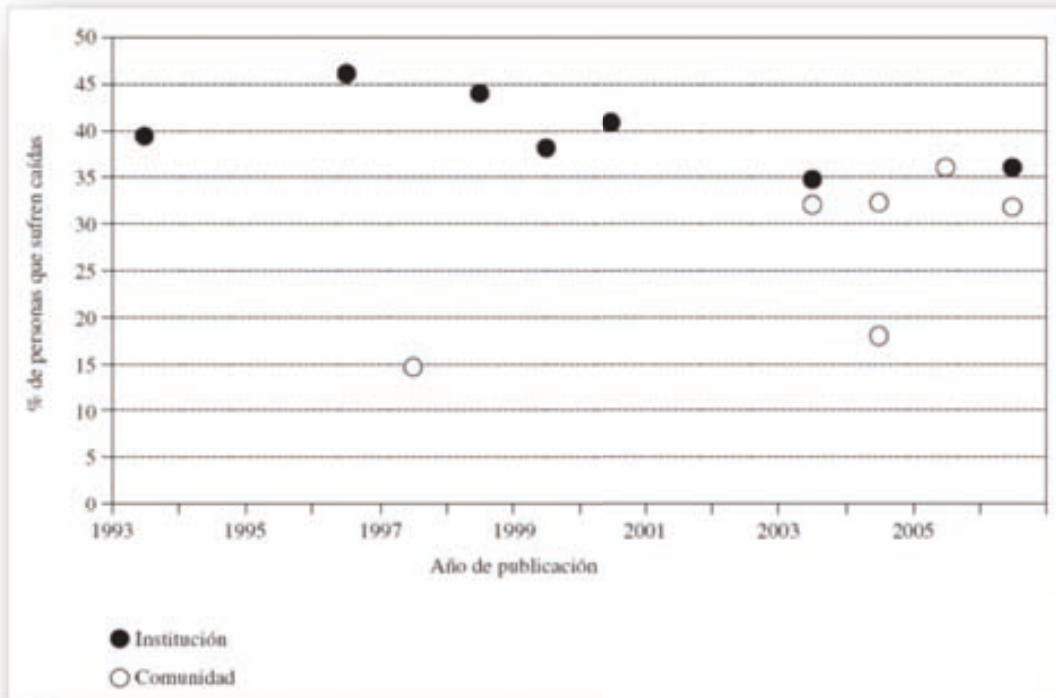
Les caigudes

Les caigudes són síndromes habituals en la població geriàtrica i les seves conseqüències poden predir una major morbiditat. La Figura 1 mostra els resultats d'una revisió sistemàtica sobre l'epidemiologia de les caigudes en la gent gran a Espanya. Aquest treball engloba estudis epidemiològics realitzats entre els anys 1980 i 2006 (16). La incidència de caigudes en les persones que viuen independentment al seu domicili se situa entre el 30% i el 35%, augmenta fins al 40% en persones que viuen en un habitatge institucional (residències geriàtriques), i presenten un major risc de caure aquelles persones que requereixen algun suport a l'hora de caminar (9).

Aquestes dades semblen estar en consonància amb els resultats d'estudis realitzats en l'àmbit internacional, on Espanya sembla presentar una incidència lleugerament més baixa que en d'altres països (17,18).

En aquesta mateixa Figura 1 podem observar dos estudis que presenten una incidència menor que l'esmentada (al voltant del 15%). Són estudis realitzats en persones que viuen al seu domicili, i tal com descriu Silva, aquesta baixa incidència pot ser deguda a un biaix de selecció sobretot perquè només es considerava com a caiguda quan havia calgut una atenció sanitària i perquè la incidència es recollia mitjançant un autoinforme, el qual comportava a vegades una recollida poc sistematitzada (19).

Figura 1. Percentatge de persones que pateixen caigudes (d'incidències acumulades en el cas d'estudis prospectius i prevalença de període en els estudi transversals), en funció de l'any i de l'àmbit de recollida de dades (16).



Per tal d'evitar aquests problemes i unificar els aspectes relacionats amb les caigudes, es crea una xarxa temàtica europea anomenada ProFaNE (*Prevention of Falls Network Europe*). Aquesta xarxa reuneix els esforços de clínics, científics i altres professionals per a la prevenció de caigudes i ha comportat un pas qualitatiu envers les estratègies de detecció i prevenció d'aquests incidents en la gent gran a Europa (20). Una de les línies de treball realitzat per aquest grup és la taxonomia de la caiguda. En aquest sentit, una revisió sistemàtica posa de manifest la necessitat de consens en la definició de caiguda, per tal d'evitar biaixos en futures investigacions (90 assaigs clínics aleatoritzats avaluats) (21). La majoria de les definicions incloses en aquesta revisió engloben aspectes relacionats amb el lloc, la voluntarietat de l'accident i la seva causalitat. Així doncs, tot i que algun estudi que hi era inclòs havia considerat com a lloc de la caiguda el fet de caure contra la

paret o contra un moble aquesta revisió clarifica que en aquests casos no es consideraria caiguda. La forma involuntària de l'esdeveniment, també es pot considerar com a no intencional, inesperat, no planificat, sobtat o accidental. Amb la revisió de Hauer et al. es consensua com a caiguda “qualsevol esdeveniment inesperat en el qual la persona cau a terra, o a un nivell inferior”. Aquesta definició passa a ser una referència per sobre de les anteriors definicions que en el seu moment havien realitzat grups com *Kellogg working group* o *FICSIT collaboration*” (21).

Si bé és evident que hi ha elements externs (perills mediambientals) que poden propiciar una caiguda a terra (poca il·luminació, terres relliscosos, estores, calçat inadequat...), la majoria d'accidents s'atribueixen al resultat d'interaccions entre aquests elements relacionats amb l'entorn i els factors de risc (intrínsecs i extrínsecs) que la persona presenta (22-24).

ABS/BGS clinical practice guideline resumeix els factors intrínsecs i extrínsecs que augmenten el risc de caiguda, identificats en diferents estudis epidemiològics (25). Aquesta guia surt d'una iniciativa conjunta entre *l'American Geriatrics Society*, la *British Geriatrics Society* i *l'American Academy of Orthopaedic Surgeons*. Engloba metanàlisi, revisions sistemàtiques, assaigs clínics aleatoritzats, assaigs clínics d'abans i després, i estudis de cohort publicats entre el 2001 i el 2008. La cerca s'ha realitzat en les diferents bases de dades més rellevants, a part d'haver realitzat una cerca manual de les referències dels estudis inclosos en la guia i de contactar amb experts sobre el tema per detectar possibles treballs. També s'hi han inclòs alguns treballs publicats abans del 2001, si no es disposava d'actualitzacions més recents.

Tot i que s'ha publicat molt sobre els factors de risc de caiguda, la guia permet la unificació dels més rellevants i en ressalta l'artritis, la hipotensió postural (ortostatisme), els dèficits sensorials i perceptius (problemes visuals), l'alteració de l'equilibri i la marxa, la debilitat muscular, la

presència de símptomes depressius, el deteriorament cognitiu i la història de caigudes com a factors intrínsecs (26). Els problemes visuals (sobretot de la visió perifèrica) poden comportar un menor control postural, fins i tot s'ha comprovat que les ulleres multifocals o bifocals poden afavorir una caiguda (27).

Es consideren factors extrínsecs l'ús d'ajudes tècniques per a la marxa, l'ús de medicació psicotròpica i la presa de més de quatre fàrmacs (25,26). Addicionalment, la presència de diversos factors de risc fa que augmenti el risc, pròpiament dit (28), i la de malalties neurològiques és un dels factors que es relaciona sobretot amb les caigudes de repetició (29).

S'ha vist que en algunes síndromes geriàtriques, com ara les caigudes, entre d'altres (incontinència, úlceres per pressió i deliri), presenten factors de risc compartits com podrien ser l'edat avançada, les alteracions cognitives, la pèrdua de força i la mobilitat reduïda, les alteracions visuals, auditives, i els símptomes depressius (30,31). Aquestes troballes suggereixen que el mecanisme fisiopatològic podria estar compartit entre diverses síndromes, per tant, es planteja la possibilitat d'un enfocament únic en la seva prevenció (31).

Com que molts dels factors de risc de caiguda són modificables, la seva detecció precoç és un dels primers passos per prevenir-los (23). *ABS/BGS clinical practice guideline* recomana (25) recollir la història mèdica rellevant i una valoració física, cognitiva i funcional. En aquesta línia s'indica que la valoració sigui multifactorial per tal de tenir en compte l'historial dels factors de risc rellevants (sobretot dels problemes mèdics aguts o crònics).

■ Valoració multifactorial

La valoració multifactorial té en compte:

- a. Història de caigudes, amb una descripció detallada de les circumstàncies que les ha produït en l'últim any, la freqüència, els símptomes en el moment de la caiguda, les lesions provocades i altres conseqüències. L'enregistrament de la caiguda és el primer pas per determinar les possibles causes, registrar les conseqüències i establir les possibles estratègies per evitar de nou altres caigudes. Només es reporten el 20% de les caigudes en persones que viuen al seu domicili (21), i no hi ha un consens respecte la periodicitat del registre. Quan es tracta de caigudes presentades en residències geriàtriques, es realitza sistemàticament un registre que s'implementa cada vegada que una persona cau. Es recomana descriure detalladament les circumstàncies de la caiguda (dia, lloc i activitat que realitzava el subjecte durant l'esdeveniment), la freqüència, els símptomes de la persona en el moment de caure, les lesions i altres conseqüències. També es recomana detallar els factors intrínsecs i extrínsecs que presenta la persona, sobretot la medicació que pren (25). Igualment és important preguntar a la persona si “ha patit alguna caiguda, incloses les relliscades o entrebancades que li hagin fet perdre l'equilibri i l'hagin fet caure a terra o a un nivell inferior?” (21). Una eina per tal de valorar el risc de caiguda des de l'atenció primària és la FRAT (*The Falls Assessment Tool*), que inclou 5 preguntes i que si la persona en respon de manera afirmativa quatre es considera que té el 97% de possibilitats de caure el proper any (32). En aquesta línia, l'escala de Downton també és una eina utilitzada per determinar la persona que presenta un risc de caiguda (33). Aquesta escala recull els factors de major incidència de caigudes en cinc àmbits (caigudes prèvies, medicació,

dèficits sensorials, estat mental i deambulació), i determina un alt risc de caiguda sempre que la puntuació de l'escala sigui de 3 o més punts.

- b. Revisió de la medicació, amb especial atenció als psicotròpics (neuroleptics, sedants hipnòtics, antidepressius, benzodiazepines), diürètics, antiarítmics i digoxina.
- c. La valoració física, la qual ha de contemplar una valoració detallada de la mobilitat funcional, la marxa, l'equilibri, la mobilitat articular i la força de les extremitats inferiors. La funció neurològica, l'estat cardiovascular (freqüència cardíaca i ritme), la hipotensió postural, la visió i l'exploració del peu i del calçat també són necessaris.
- d. La valoració de les activitats de vida diària, incloent-hi l'ús de suports i ajudes tècniques. També es recomana una valoració de l'habilitat funcional percebuda i de la por relacionada amb les caigudes.
- e. Valoració de l'entorn proper a la persona, incloent-hi la seguretat a casa.

Aquesta valoració es recomana tant en persones que requereixen atenció mèdica per una caiguda, com en aquelles que manifesten caigudes recurrents en l'últim any o bé manifesten inestabilitat o presenten una important alteració del seu equilibri o marxa.

■ Conseqüències d'una caiguda

Les conseqüències d'una caiguda afecten la persona gran més enllà de les lesions físiques pròpiament, tal com es pot veure en la taula 1. La por de caure es presenta en un alt percentatge (64%-66%) que fa que molt sovint la persona redueixi les seves activitats relacionades amb el desplaçament. Per altra banda, les lesions físiques més habituals són les fractures (27% de totes

les caigudes, que representa un 7% de tota la població institucionalitzada), les contusions i la pèrdua d'autonomia (9,16).

Taula 1. Dades de persones no institucionalitzades (extretes de Silva, 2008 (16); dades de persones institucionalitzades (extretes de l'Enquesta de salut a la població institucionalitzada a Catalunya, 2006 (9)).

Lesions causades per una caiguda		Persones no institucionalitzades	Persones institucionalitzades
Físiques	Fractures	1,2%-16,5%	27% (sobretot maluc i canell)
	Ferides superficials, contusions	12%-62,2%	15%
	Pèrdua d'autonomia	-	5% pèrdua d'autonomia (en més de tres mesos)
Psicològiques	Por a tornar a caure	64%	66%
Socials	Canvis en els hàbits de vida després de les caigudes	9,5%-55%	37%
Econòmiques	Assistència sanitària	9,7%-19%	14%

A banda d'aquestes conseqüències físiques se n'han de tenir en compte d'altres no menys importants, tal i com ja hem apuntat. La inseguretats a l'hora de caminar o la por de tornar a caure (66% dels enquestats que manifesten haver caigut) o el fet de veure's afectat per una depressió, en són un exemple. Les conseqüències socials comporten una reducció de les activitats de la persona (37% dels casos de caiguda) i afavoreixen l'aïllament o una major dependència. Finalment, les conseqüències econòmiques de les caigudes tenen relació amb un augment del cost de la medicació, l'hospitalització, la rehabilitació, o la institucionalització precoç en una residència, entre d'altres (34-36).

Trastorns de la marxa i l'equilibri

Els trastorns de la marxa són un problema important per a les persones grans ja que els afecta greument l'autonomia i la independència. En persones institucionalitzades és més evident, sobretot per la seva gran incidència (78,3%) i per les greus conseqüències, que augmenten encara més la fragilitat de la persona institucionalitzada (9).

Durant les activitats quotidianes, la persona posa a prova la seva mobilitat funcional, capacitat que permet moure's amb independència i seguretat d'un lloc a un altre (37). La mobilitat és una funció complicada que implica una integració tant de les característiques físiques, psicològiques i cognitives de la persona com de l'entorn (38). Aquesta capacitat està relacionada directament amb l'equilibri (control postural) i la força muscular. L'acció que es realitza i l'entorn on es fa, afecten la capacitat de la persona per controlar l'equilibri i alteren els mecanismes de control postural i per tant la seva biomecànica (39).

Es defineix equilibri com aquell procés en el qual es manté la projecció del centre de gravetat (CDG) del cos respecte a la base de sustentació, bé sigui en bipedestació, sedestació o en moviment d'una posició a una altra (aixecar-se d'una cadira o bé caminar, entre d'altres) (40). Entenem com a base de sustentació tots els punts de contacte del cos amb una altra superfície, incloent-hi també l'extensió dels punts de contacte deguts a una ajuda tècnica (bastons, caminadors, etc...) (41).

El sistema visual, somatosensorial i vestibular, englobats dins el sistema sensoriomotor (terme que inclou les aferències i eferències donades en qualsevol tasca motriu) tenen un paper important en el control postural (42). La seva funció ve determinada per la qualitat de la informació sensorial, el processament central i la integració dels senyals sensorials, el temps de reacció i la demanda cognitiva (atenció) durant la realització de la

tasca (43). S'ha detectat que hi ha una relació estreta entre l'atenció centrada en una activitat i el control postural, ja que el grau d'inestabilitat augmenta quan s'executen diferents accions de manera simultània (44). Per aquesta raó, moltes persones grans o amb problemes neurològics cauen mentre estan realitzant una altra tasca a part de caminar, com ara parlar o manipular un objecte (45). Així doncs, l'envelliment i la presència d'algunes malalties neurològiques (com ara la malaltia de Parkinson o l'accident vascular cerebral) poden afectar el control postural per la disminució sensorial i neuromuscular (46,47). Qualsevol dèficit en algun d'aquests elements pot contribuir a la disminució de l'estabilitat, la mobilitat i la resistència del moviment.

Hi ha diferents mètodes per valorar l'equilibri. Una plataforma de forces permet mesurar el desplaçament del centre de gravetat o els límits de l'estabilitat en diferents condicions d'equilibri. D'aquesta manera, es poden valorar situacions d'equilibri estàtic, com ara amb recolzament bipodal o unipodal, i també situacions d'equilibri dinàmic, amb les quals s'explora el rang màxim de moviment tant anteroposterior com lateral que es pot aconseguir conservant l'estabilitat. A la plataforma de forces s'hi pot aplicar el test *Sensory Organisational Test* (SOT), amb què es valora l'equilibri de la persona en sis posicions diferents (48,49).

■ Proves funcionals per valorar l'equilibri

Existeixen proves funcionals dirigides especialment a la valoració de l'equilibri, amb les quals es reproduïxen situacions quotidianes d'inestabilitat. Les més habituals són (25):

- a. *Performance Oriented Mobility Assessment* (38) (freqüentment citat en la literatura com a Tinetti test). El test consta de dues parts, una que avalua l'equilibri estàtic i, l'altra, el dinàmic. L'equilibri estàtic s'avalua en 13 variables. Els aspectes que analitza són l'aixecament

d'una cadira i el manteniment de l'equilibri després d'aquesta acció; permanència en equilibri amb els peus junts (tant amb els ulls oberts com tancats); manteniment de l'equilibri després d'un desequilibri fet des del pit; realització tot i estant de peu d'un gir de 360°; gir del cap; equilibri damunt d'un sol peu (5 segons); inclinació fins a terra, i, finalment, acció d'asseure's. Existeix la forma curta del test, valorant 9 ítems amb una puntuació màxima de 16.

L'equilibri dinàmic d'aquest test consta d'una valoració d'aspectes relacionats amb la deambulació, com és l'inici de la marxa, l'alçada, l'allargada, la simetria i la continuïtat de la passa; el desplaçament de la trajectòria, i la inclinació del tronc. La puntuació màxima és de 12.

La puntuació total del test en la forma curta, sumant els 16 punts de la part de l'equilibri estàtic, i els 12 del dinàmic, és de 28 punts, i de 40 en la forma llarga. Les puntuacions màximes indiquen un major equilibri. La puntuació inferior de 19 punts en la forma curta indica un alt risc de caiguda.

- b. *Timed Up and Go test* (37): aquest test és la versió cronometrada del *Get up and Go test* (50) el qual consisteix a aixecar-se d'una cadira, caminar tres metres, girar i tornar a asseure-s'hi. Es registren els segons que ha trigat la persona a realitzar aquesta tasca, tenint en compte que es considera un major equilibri com més ràpid es desenvolupa correctament l'acció.
- c. *Berg Balance Scale* (51): consta de 14 activitats de la vida diària que la persona ha de poder realitzar amb seguretat. Cada ítem es puntua de 0 a 4 punts. Més puntuació indica un major equilibri (la màxima puntuació és de 56).

- d. *Functional Reach test* (52): mesura la màxima flexió de tronc possible realitzada des d'una posició de flexió de braç (90°), tot i estant en bipedestació. A més centímetres, major equilibri. Els resultats del test iguals o inferiors a 15 cm indiquen que la persona presenta una fragilitat en les seves activitats de la vida diària, amb un risc elevat de caigudes.

■ Altres proves

A més de les proves descrites anteriorment, la qualitat de l'equilibri també s'ha valorat amb d'altres proves no tan habituals entre les quals tenim:

- a. *Test de Romberg*: el pacient s'ha de mantenir en bipedestació amb els peus junts i els ulls tancats. El temps màxim de durada de la prova és de 30 segons i es valora la caiguda ràpida o lenta cap a un costat, o cap al darrere (53).
- b. Proves progressives d'equilibri estàtic amb les quals es recull bàsicament el temps en què la persona manté la posició de:
 - Peus junts
 - Semitàndem: la posició dels peus per a aquesta prova requereix que estiguin junts, però un peu més avançat que l'altre.
 - Tàndem: els dos peus alineats de manera que la punta del peu del darrere toca el taló del peu del davant.
 - Recolzament unipodal (*Single legged stance*): a partir dels 60 anys la persona ha de poder mantenir l'equilibri en aquesta posició almenys 5 segons. Totes les posicions es poden realitzar amb els ulls oberts o tancats.

Debilitat muscular

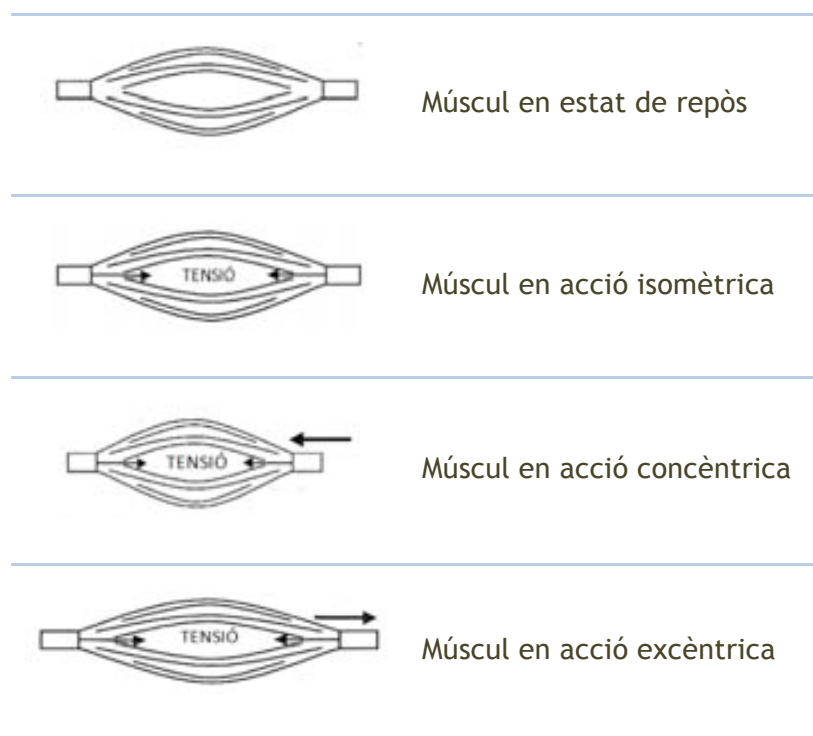
Els resultats d'una revisió sistemàtica publicada el 2010 suggereixen que la debilitat muscular és un dels principals factors que contribueixen a la inestabilitat postural de persones grans, entre d'altres factors intrínsecs (54). Per aquesta raó l'estudi de les intervencions per millorar la força muscular són essencials en persones que presenten inseguretats a l'hora de caminar.

La pèrdua progressiva i generalitzada de la massa i la força muscular (preferentment de fibres tipus II), coneguda com a sarcopènia, afecta majoritàriament les persones grans. Aquesta pèrdua augmenta amb l'edat: és del 5% al 13% en persones d'entre 60 i 70 anys i augmenta fins a un 50% en persones majors de 80 anys (55). La sarcopènia pot ser causada pel propi envelliment, però també pot ser secundària a una inactivitat, malaltia o dieta inadequada (56). Així doncs, la disminució de la força és el resultat de múltiples factors.

El sistema musculoesquelètic té un paper important en el control postural, ja que és necessari activar i sincronitzar unitats motores per poder generar la força i la resistència necessària de les fibres musculars (43). Es defineix com a força muscular la capacitat d'un múscul de generar tensió en funció de l'aplicació d'una càrrega externa o d'un estímul. La tensió muscular es pot generar mitjançant tres tipus d'accions musculars: isomètrica, concèntrica i excèntrica. En l'acció isomètrica la magnitud de tensió muscular és igual a la resistència externa i la longitud del múscul no varia. Tot i això, a causa de les propietats elàstiques dels tendons, externament no s'aprecia que hi ha un escurçament de les fibres musculars i un allargament dels tendons. En canvi, en l'acció concèntrica, la tensió muscular venç la resistència externa i hi ha un escurçament de la longitud del múscul. Finalment, en l'acció excèntrica la tensió que genera el múscul

és menor que la resistència externa i, per tant, el múscul s'allarga, tal com es detalla en la Figura 2 (57).

Figura 2. Tipus d'accions musculars (57).



En resum, el sistema neuromuscular pot superar resistències a través de l'activitat muscular (treball concèntric del múscul), actuar en contra de resistències que superin la tensió muscular produïda (treball excèntric) o bé mantenir aquestes resistències (treball isomètric). La intensitat de l'acció (tensió) depèn del nombre d'unitats motores activades. D'aquesta manera, entenem com a força màxima la tensió més gran que pot desenvolupar un múscul en una acció determinada.

És important tenir en compte que la funcionalitat de l'expressió de la força està relacionada amb la rapidesa amb què es manifesta. El producte entre la força i la velocitat de moviment es coneix com a potència muscular (58), i es tracta d'una qualitat que requereix capacitat de coordinació entre els components contràctils i elàstics del múscul. La literatura demostra una

estreta relació entre la potència muscular i la realització d'activitats quotidianes (59). Així doncs, la potència és una capacitat necessària per a determinades activitats de la vida diària relacionades amb el control postural, com ara aixecar-se d'una cadira o bé pujar una escala (60). La disminució de la velocitat de conducció nerviosa, la pèrdua de fibres de tipus II i l'alentiment de la velocitat de contracció màxima podrien explicar la pèrdua de la potència muscular en l'envelliment (54).

D'altra banda, la qualitat resistència muscular, definida com la capacitat de mantenir una acció muscular de manera repetida (58), també té un paper important en les activitats de la vida diària de les persones grans. La mobilitat funcional de la persona gran comporta la realització d'accions repetides o perllongades en el temps i requereixen capacitat de la musculatura per resistir la fatiga, ja que això suposaria una disminució del risc de caiguda (59).

Amb relació a aquest últim terme esmentat, podem definir fatiga muscular com la reducció progressiva de la capacitat contràctil del múscul, fet que produeix una disminució de la capacitat de produir força o potència muscular (61). Una recent revisió sistemàtica que estudia la relació entre edat i fatiga muscular, aclareix que la gent gran desenvolupa menys fatiga muscular que les persones joves, especialment en accions isomètriques de musculatura flexora de colze o extensora de genoll. Pel contrari, aquests resultats també suggereixen que la gent gran desenvolupa major fatiga durant una acció dinàmica, la qual cosa és habitual en qualsevol activitat de la vida diària (59). En aquesta línia, una altra revisió sistemàtica ha demostrat que la fatiga muscular de les extremitats inferiors i del tronc afecten l'equilibri i l'execució de tasques funcionals (46,47,62). Així doncs, tenint en compte aquests resultats, la fatiga és un condicionant que afegeix dificultat en la realització d'una activitat a la persona gran.

■ Valoració de la força muscular

La valoració de la força determina l'estímul de resistència muscular apropiat per millorar les diferents qualitats de la musculatura (63) i dóna informació dels efectes de l'entrenament realitzat. Com que analitzem aquesta qualitat física en una persona gran, generalment afectada de patologies cròniques, la valoració de la força no hauria d'anar lligada únicament a un paràmetre de valoració màxima com ara l'1RM, sinó que s'haurien de tenir en compte altres aspectes de rellevància clínica com ara la millora funcional. La valoració de l'1RM determina el màxim pes que la persona pot aixecar en una sola repetició d'una determinada acció. Treballar al 60% de l'1RM és el llindar mínim necessari per obtenir adaptació muscular tant en persones no entrenades com en gent gran (63). També es recomana la utilització de tests com el 10 RM. Aquest valor es refereix a la càrrega màxima que pot ser mobilitzada durant 10 repeticions d'un exercici. S'utilitza el 80% de l'1RM com a punt de partida per determinar el 10 RM (63).

Generalment la funció muscular se sol avaluar en la musculatura del quàdriceps, ja que el grau de disminució de la força i l'atròfia muscular durant l'envelliment sembla ser superior en aquest múscul en comparació amb d'altres músculs de l'extremitat superior del cos (64). Aquesta avaluació es pot realitzar bàsicament en dos tipus d'acció muscular:

- a. Funció muscular estàtica: permet determinar la força (tensió) màxima voluntària resultant a l'aplicar la màxima tensió muscular contra una càrrega inamovible i sense desplaçament articular, generalment utilitzant tensiòmetres de cable o dinamòmetres manuals. En aquest sentit, la valoració se centra en els grups musculars de les articulacions que se sotmeten a prova. També es poden utilitzar cèl·lules de càrrega o màquines isocinètiques en la seva funció isomètrica. La força isomètrica de pressió de la mà és

una mesura fàcil de realitzar i es correlaciona bé amb la força de la cama (56).

- b. Funció muscular dinàmica: avalua l'activació muscular màxima d'una acció concèntrica o excèntrica obtinguda en desplaçar un segment corporal. Per a poder avaluar la musculatura s'utilitzen habitualment diferents dispositius que estudien els moviments angulars desenvolupats amb variacions de tensió, velocitat i durada. Entre aquestes eines de mesura tenim els denominats *encoders* lineals, els quals permeten obtenir velocitat, força i potència muscular. D'altra banda, també es poden utilitzar plataformes de força, les quals registren les forces de reacció del terra en temps real, tant en posicions estàtiques com en accions dinàmiques com la marxa, la carrera o el salt, entre d'altres. D'altra banda, en el cas d'analitzar una acció isocinètica, on la velocitat de desplaçament és constant al llarg del seu recorregut, es necessita un dinamòmetre isocinètic.

Complementàriament, la força i la funció muscular també s'han avaluat mitjançant bateries o escales que quantifiquen la condició física de la persona gran (65). Escales com l'avaluació de la condició física en persones grans (ECFA), bateria de capacitats físiques (BCF) o valoració de la capacitat funcional (VACAFUN), en són un exemple. La majoria avaluen aspectes relacionats amb l'equilibri, la velocitat de la marxa, la coordinació oculomaneal, la flexibilitat, la força màxima, la força resistència i la resistència aeròbica (65,66). La força en l'extremitat inferior es pot avaluar mitjançant el *Sit-to-Stand test* amb el qual es demana que la persona s'aixequi d'una cadira al més ràpid possible sense utilitzar les mans (amb els braços creuats al pit). Si ho pot fer, a continuació se li demana que s'aixequi cinc cops seguits tan ràpid com li sigui possible. En aquest últim test, es permet veure la resistència muscular (67-69). Uns nivells baixos en la condició física de la persona gran podrien predir l'estat de salut futur de la persona, en relació amb possibles fractures, alteracions cognitives,

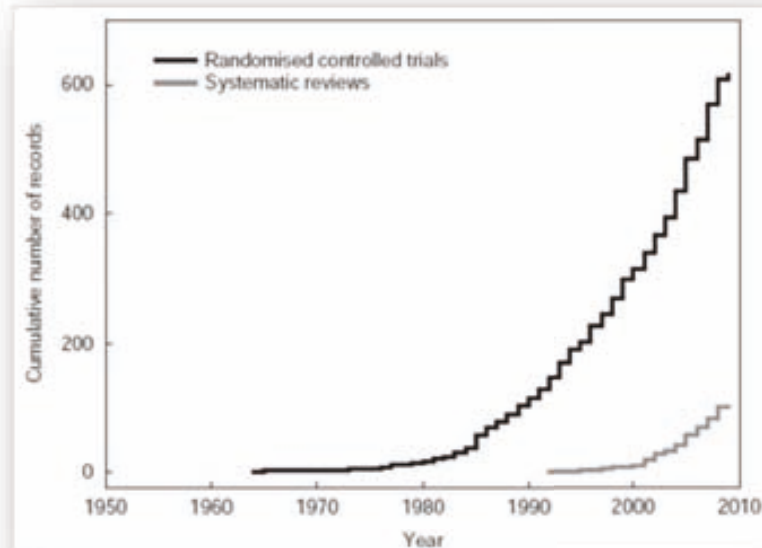
malaltia cardiovascular o necessitat d'hospitalització/institucionalització, tal com suggereix una recent revisió sistemàtica (66).

La pràctica clínica basada en l'evidència en fisioteràpia

Els problemes relacionats amb la població geriàtrica cada vegada pesen més en la nostra societat. Calen més esforços perquè les intervencions de fisioteràpia en aquesta població estiguin basades en l'evidència existent, sense oblidar les preferències i particularitats de cada persona, i dels recursos de què es disposa, habitualment escassos en aquest àmbit. En aquest sentit, es necessari fer intervencions adreçades a les necessitats d'aquesta població, tan àmplia en edats com en situacions de salut/malaltia. La detecció de la població de risc, les accions directes (uni o multidisciplinars) i les intervencions preventives adreçades a la millora i/o manteniment de l'autonomia i, per tant, a la qualitat de vida són accions fonamentals no només en el camp de la fisioteràpia, sinó també en la geriatria en general.

Als voltants de 1930 es va publicar el primer assaig clínic aleatoritzat en fisioteràpia (70-72). Des d'aleshores, la qualitat i la quantitat de publicacions en fisioteràpia ha crescut exponencialment. Actualment, si fem una cerca al Pubmed dels assaigs clínics realitzats en fisioteràpia hi podem trobar unes 28700 referències. Aquest creixement tan important reflecteix l'evolució que la professió ha tingut. Una revisió sistemàtica mostra aquest augment de publicacions en l'àmbit de la fisioteràpia (73). Un exemple concret és el que podem veure en la Figura 3, on s'evidencia l'augment de publicacions relacionades amb la fisioteràpia esportiva. En només tres dècades l'augment d'assaigs clínics ha augmentat exponencialment, i amb més discreció el nombre de revisions sistemàtiques.

Figura 3. Nombre d'assajos clínics aleatoritzats i de revisions sistemàtiques relacionades amb la fisioteràpia esportiva (extret de Sherrington 2010 (73))



Etapas de la pràctica basada en l'evidència

La medicina basada en l'evidència és un procés que dona respostes a les necessitats del clínic davant l'onada de tantes publicacions. Es defineix com “la utilització conscient, explícita i amb judici de la millor evidència clínica disponible per tal de prendre decisions sobre la cura dels pacients” (74).

La pràctica clínica basada en l'evidència, un terme més genèric de la medicina basada en l'evidència, permet al fisioterapeuta que les seves decisions clíniques es fonamentin en la millor evidència disponible, en consens amb el pacient, per determinar així la intervenció més adequada (74). És a dir, engloba el coneixement que pròpiament el professional té de la intervenció, els resultats de l'evidència provinent de la investigació clínica i les preferències del propi pacient (70,75-77).

Aquesta simple conjunció esdevé un procés complex de decisió que es desenvolupa en quatre etapes (78):

- a. Formulació d'una qüestió clínica clara a partir del problema del pacient (bé sigui de la història clínica, causes de la malaltia, proves diagnòstiques, pronòstic, tractament o prevenció)
- b. Consulta de la literatura per trobar els articles rellevants sobre el tema
- c. Avaluació crítica de l'evidència per tal de desgranar allò útil i vàlid
- d. Aplicació de les troballes apropiades en la pràctica clínica

Aquest enfocament aplicat a la fisioteràpia es coneix com a fisioteràpia basada en l'evidència (77). En aquest sentit, i igual que d'altres disciplines relacionades amb la salut, les decisions clíniques ja no vénen determinades únicament per la lectura d'un llibre o l'opinió d'un expert, sinó que és essencial tenir a l'abast assaigs clínics aleatoritzats, revisions sistemàtiques, guies de pràctica clínica de les intervencions realitzades en fisioteràpia, entre d'altres.

Així doncs, la fisioteràpia basada en l'evidència adopta la metodologia de la pràctica clínica basada en l'evidència cosa que permet als fisioterapeutes actualitzar els seus coneixements d'una manera rutinària, millorar la comprensió respecte els mètodes científics, ser més crítics en les dades utilitzades i incrementar la confiança en les decisions relacionades tant en els aspectes clínics com en els de gestió. En definitiva, es tracta d'augmentar la capacitat dels fisioterapeutes per a la utilització de fonts d'informació bibliogràfica i promoure hàbits de lectura. Sobretot, cal tenir en compte que els beneficis que suposa la pràctica clínica basada en l'evidència repercuteixen directament en l'atenció que els pacients reben, ja que disminueix la variabilitat de les intervencions i augmenta la seva

eficàcia, amb la qual cosa s'afavoreix la comprensió de la informació que el pacient rep sobre el procés d'atenció (78), en aquest cas, de fisioteràpia.

- a. La formulació d'una qüestió clínica adequada ajudarà el fisioterapeuta en l'obtenció de la millor evidència i li facilitarà així la decisió terapèutica. En aquest sentit, cal tenir en compte que la pregunta ha de tenir quatre elements fonamentals (PICO):
 - **Pacient / problema (P):** tipus de pacient o problema susceptible d'investigar.
 - **Intervenció (I) / exposició:** descripció de la intervenció de fisioteràpia a considerar.
 - **Comparació (C):** descripció de la intervenció amb la qual es compara.
 - **La variable o variables (Outcome, O):** resultats de les variables analitzades.
- b. La consulta de la literatura comporta la cerca i obtenció dels millors estudis existents sobre un tema (78). Per tal d'aconseguir la millor evidència disponible, la cerca no es restringeix únicament a assaigs clínics aleatoritzats o revisions sistemàtiques, tot i que certament si la pregunta està relacionada amb l'eficàcia d'una intervenció, la revisió sistemàtica d'assaigs clínics aleatoritzats ens aportarà la millor evidència (79). En el cas de no disposar-ne, aleshores es prendrà la decisió en funció de la millor l'evidència disponible (74).

Generalment, la cerca es realitzarà en diferents bases de dades, bàsicament de revistes biomèdiques, guies de pràctica clínica o de pràctica basada en l'evidència, a més de recursos webs, informes de les agències d'avaluació de tecnologies sanitàries, contacte amb autors de referència, congressos...Una mostra del creixent interès en

la fisioteràpia basada en l'evidència l'observem en la base de dades biomèdica PEDro (*Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) (80). Aquesta base de dades conté aproximadament 21.000 assaigs clínics aleatoritzats, revisions sistemàtiques i guies de pràctica clínica rellevants en l'àmbit de la fisioteràpia. PEDro ofereix per cada assaig clínic una puntuació de la seva qualitat, mitjançant una sistematitzada i completa avaluació d'onze ítems, fet que facilita al lector una orientació dels assaigs que tenen probabilitat de contenir informació suficient i vàlida per a la seva pràctica clínica. PEDro i CENTRAL són les bases de dades més completes que proporcionen assaigs clínics i revisions de les intervencions realitzades en fisioteràpia (81).

- c. L'avaluació crítica de l'evidència fonamentarà la decisió clínica. Per aquesta raó basarem la nostra decisió en la millor evidència possible a partir d'una anàlisi i síntesi de la informació obtinguda. Si no és possible disposar de guies de pràctica clínica basades en l'evidència (que classifiquen la qualitat de l'evidència i la fortalesa de les recomanacions envers una intervenció, amb un sistema de gradació), d'una metanàlisi (síntesi estadística de l'evidència que permet un estimador global de l'efecte) o d'una revisió sistemàtica (que aglutina els resultats de diversos estudis aïllats), aleshores la decisió del fisioterapeuta es basarà en estudis aïllats, i n'avaluarà la qualitat i l'aplicabilitat dels resultats (78). Sigui com sigui, aquest procés l'haurà portat a obtenir la millor evidència disponible sobre un tema d'interès. En aquest sentit, la interpretació dels resultats fonamentarà la nostra decisió. Així doncs, haurem de tenir en compte aspectes com el rigor de l'estudi, analitzant la possibilitat o no de possibles biaixos que influeixin en els resultats (validesa interna); la grandària de la mostra i els resultats obtinguts, entre d'altres (82). Es recomana l'ús d'eines estandarditzades de lectura

crítica (83) per tal de reconèixer possibles biaixos que poden sobreestimar els efectes d'un tractament, tant d'un estudi individual com d'una revisió (84). Una recent revisió sistemàtica que avalua la qualitat i els mètodes de les revisions sistemàtiques en fisioteràpia conclou que la qualitat de les revisions sistemàtiques Cochrane és més elevada que les que no ho són (70). Això es deu bàsicament que aquestes revisions fan una cerca més exhaustiva en més bases de dades, valoren la qualitat dels estudis i solen agrupar els resultats en una metanàlisi. D'aquesta manera, s'evita el possible biaix de selecció o de publicació, per una banda, i són menys propenses a concloure efectes beneficiosos del tractament, com passa, en canvi, en les revisions no Cochrane. Un altre aspecte a destacar en les revisions Cochrane és l'elaboració del protocol abans de la revisió pròpiament, tal com s'explica en el Manual per a Revisors Cochrane (85). En aquest sentit, la revisió no deixa de ser un projecte d'investigació i, per tant, els mètodes que s'utilitzaran s'haurien de conèixer a priori, donada la complexitat de les decisions i les consideracions a tenir en compte. Tal com s'explica en aquest manual una revisió té una naturalesa retrospectiva en si mateixa i, per tant, requereix un procés rigorós i ben definit per evitar que el coneixement previ del revisor pugui afectar aspectes com ara la definició de la pregunta de la revisió sistemàtica, els criteris per a la selecció dels estudis, les comparacions en les anàlisis o els resultats que s'hi presentaran (85).

- d. L'aplicació de les troballes en la pràctica clínica és un dels aspectes que comporta més dificultat. L'evidència que s'ha obtingut durant el procés no estableix directament quines són les decisions clíniques que el fisioterapeuta hauria d'adoptar, però sí que facilita una base perquè es prengui una decisió millor. La dificultat de l'aplicabilitat de l'evidència ve donada sobretot perquè la intervenció s'ha aplicar

a una persona en concret i, en aquest cas, l'evidència està condicionada per les circumstàncies clíniques de la persona, els seus valors i preferències i també, possiblement, per les particularitats de l'organització, centre o servei on treballi el fisioterapeuta (78).

Un exemple sobre aquesta dificultat la trobem en una auditoria recent dirigida pel *Royal College of Physicians* d'Anglaterra, Irlanda del Nord i Gal·les que suggereix que, tot i que les guies de pràctica clínica fan palès què hauria de tenir en compte una valoració i un programa de prevenció de les caigudes en gent gran, no s'estan aplicant a la pràctica clínica real (86). Tot i recomanar la valoració de l'equilibri i la marxa, es mostra que menys del 28% dels pacients que van patir una caiguda (sense presentar fractura de maluc), inclosos en aquesta auditoria, van rebre una avaluació de la marxa i l'equilibri. Fins i tot, quan els pacients van ser avaluats, l'avaluació o la documentació sembla ser insuficient i amb poc ús de mesures estandarditzades. A més, tot i saber que l'entrenament progressiu de la força i l'equilibri és efectiu per reduir caigudes, l'auditoria demostra que només un 8% dels pacients sense fractura van rebre aquestes intervencions. Finalment, dels pacients que van presentar una fractura, només el 22% van participar en un programa d'exercicis tal com es recomana en les guies de pràctica clínica. Així doncs, sembla ser que els procediments en fisioteràpia no han canviat tant com caldria (87,88) i l'evolució de la fisioteràpia basada en l'evidència no ha anat en conjunció amb la pràctica clínica real del fisioterapeuta.

L'accés a la literatura i el temps són dues limitacions essencials que dificulten la pràctica de la fisioteràpia basada en l'evidència, molt sovint a causa de les restriccions de l'organització com ara la manca de recursos o de temps (87,89). Una enquesta realitzada al Regne Unit i Austràlia mostra que entre un 20% i un 44% de fisioterapeutes

pensen que tenen dificultat per accedir a la literatura científica, i entre un 31% i un 61% declara que no té temps per llegir investigacions (81). Un primer pas per vèncer aquestes barreres és tenir accés a les bases de dades en el lloc de treball, tant per part d'institucions públiques com privades, i després fer-ne un ús eficient (77).

Altres aspectes que dificulten l'aplicació de les troballes en la pràctica clínica tenen relació amb la dificultat per discriminar estudis d'alta o baixa qualitat, o per interpretar correctament els resultats obtinguts d'una investigació (molt sovint a causa d'una baixa comprensió de les dades estadístiques) (90). La presentació de resultats contradictoris en la literatura o la dificultat per recopilar-la en un sol lloc, també són un problema. Igualment, la poca claredat en les implicacions de l'evidència per a la pràctica clínica o la manca d'evidència d'alta qualitat comporten altres barreres per als fisioterapeutes. Finalment, les resistències al canvi per part d'altres professionals implicats en el procés de rehabilitació o senzillament la presència d'una apatia en general, comporten dificultats importants per tal que el fisioterapeuta incorpori en la seva pràctica clínica habitual les millors evidències disponibles (77,87,89).

Tot i l'interès i el creixement de la fisioteràpia basada en l'evidència, al nostre país encara té molt camí per recórrer respecte d'altres disciplines de la salut. És fonamental que els futurs fisioterapeutes no tinguin limitacions per a l'aplicació de la pràctica clínica basada en l'evidència i puguin fonamentar així les seves intervencions.

Intervencions de fisioteràpia dirigides a la millora de l'equilibri, força muscular i prevenció de caigudes

Les intervencions en fisioteràpia es basaran en l'evidència existent fins ara, a partir de revisions sistemàtiques, guies de pràctica clínica basades en l'evidència i assaigs clínics aleatoritzats. Per tal d'incidir en els aspectes rellevants del treball de la mobilitat funcional, a continuació es presenten les evidències de fisioteràpia (intervencions físiques, exercici) destinades a millorar o mantenir la funció física (rehabilitació física). Específicament, es concreten les intervencions dirigides a la millora de l'equilibri, de la força muscular i finalment intervencions multifactorials dirigides a la prevenció de caigudes en gent gran (amb presència o no de malalties neurodegeneratives).

Intervencions per a la millora de l'equilibri

Una recent revisió sistemàtica (91), que recull 94 estudis (publicats fins al febrer del 2011), examina l'efecte de les intervencions amb exercici sobre l'equilibri en persones majors de 60 anys, tant si viuen a casa seva com si estan institucionalitzades. El grup comparador continua realitzant activitats habituals, assistència sanitària per part de l'equip assistencial, activitats recreatives, o bé rep educació sanitària. La revisió reflecteix una variabilitat important en certs aspectes de la intervenció per a la millora de l'equilibri. Pel que fa a la durada total de la intervenció, comprèn un mínim de 4 setmanes fins a 12 mesos (el més freqüent és de 3 mesos). Respecte al nombre de sessions setmanals, hi ha estudis que han realitzat la intervenció cada dia fins a estudis que ho fan 1cop/2 setmanes (més freqüent 3

cops/setmana), amb una durada per sessió que varia entre 3 i 90 minuts, però una hora és el més habitual. Finalment, pel que fa als exercicis per treballar l'equilibri, la revisió reflecteix aquesta variabilitat que engloba una pluralitat d'exercicis que orienten el fisioterapeuta a l'hora de portar a terme la seva intervenció.

■ Exercicis per a la millora de l'equilibri

Amb l'intent de clarificar aquesta pluralitat, es categoritzen les intervencions d'acord amb la taxonomia desenvolupada per ProFaNE (92) (incloent-hi dues noves categories) i se'n determina l'eficàcia basant-se en els resultats de les metanàlisi:

a. **Activitats de marxa, equilibri, coordinació i funcionals:**

- El programa d'activitats és molt plural, però generalment va dirigit al treball de l'equilibri estàtic en bipedestació (tant amb els ulls oberts com tancats). Engloba exercicis com ara desequilibrar la persona, per reduir la seva base de recolzament, realitzant moviments fins al límit d'equilibri, canvis de pes d'una cama a l'altra, exercicis de recolzament unipodal, passar per sobre d'objectes o exercicis (estàtics i dinàmics) damunt de diferents superfícies d'estimulació sensorial. Per a l'estimulació de l'equilibri s'han utilitzat diferents materials com ara pilotes, espumes, bigues estretes, pilotes suïsses, dispositius ajustables plens d'aire (VersaDisc® i CorDisc®), aparells de feedback visual o ús de plataformes de força.
- L'estimulació de l'equilibri dinàmic (marxa) consta de caminar en diferents direccions i velocitats, combinar exercicis amb música, passar obstacles o realitzar salts, desenvolupar la marxa en tàndem, pujar i baixar escales, utilitzar el mètode

Feldenkrais per treballar aspectes del gir, transferències d'una posició a l'altra o activitats funcionals, executar dues tasques alhora (*Motor dual tasks*), practicar la tècnica de caiguda i, finalment, fer exercicis dirigits al reforçament muscular i flexibilització del turmell i el maluc (en algun cas, també, en el medi aquàtic).

Els resultats de la metanàlisi demostren que aquesta intervenció augmenta la velocitat de la marxa (SMD 0.43; 95% CI 0.11 to 0.75, 156 participants, 4 estudis) i millora l'equilibri valorat amb TUG (MD -0.82 s; 95%CI -1.56 to -0.08 s, 114 participants, 4 estudis) i amb *Berg Balance Scale* (MD 3.48 punts; 95% CI 2.01 to 4.95 punts, 145 participants, 4 estudis)

- b. **Exercicis de reforçament muscular:** s'adrecen al treball de resistència muscular i a l'entrenament de la potència, tant d'extremitat superior com de la inferior, utilitzant bandes de resistència elàstica (*therabands*), gomes, pes corporal, peses lliures o ajustables i d'altre equipament propi d'un gimnàs. Generalment el treball de la resistència muscular s'ha realitzat amb alta intensitat (75% al 80% de 1RM). S'ha vist que el recurs de vídeos afavoreix el seguiment del treball amb resistències progressives a casa.

Els resultats de la metanàlisi demostren que hi ha una millora de l'equilibri després d'haver realitzat aquest exercici. S'evidencia una millora de la velocitat de la marxa (SMD 0.25; 95% CI 0.05 to 0.46, 375 participants, 8 estudis), de la capacitat de l'equilibri avaluat amb el TUG (MD -4.30 s; 95% CI -7.60 to -1.00 s, 71 participants, 3 estudis) i un augment del recolzament unipodal amb ulls tancats (MD 1.64 s; 95% CI 0.97 to 2.31 s, 120 participants, 3 estudis).

c. **Exercicis en 3D: engloba tai-txi , txi-kung , ball o ioga.**

Els resultats de la metanàlisi demostren una reducció significativa del temps de realització de la prova TUG (MD -1.30 s; 95% CI -2.40 to -0.20 s, 44 participants, 1 estudi), un augment del temps de recolzament unipodal, bé sigui amb els ulls oberts (MD 9.60 s; 95% CI 6.64 to 12.56 s, 47 participants, 1 estudi) o tancats (MD 2.21 s; 95% CI 0.69 to 3.73 s, 48 participants, 1 estudi), i un augment de la puntuació del *Berg Balance Scale* (MD 1.06 punts; 95% CI 0.37 to 1.76 punts, 150 participants, 2 estudis).

d. **Activitat física general:** s'ha realitzat sempre amb la finalitat de la millora de l'equilibri i consta de:

- Caminar 20-25 minuts al 80% de la FC màxima (FCM). Es pot fer a l'aire lliure o bé a la cinta rodant, fins i tot en algun cas s'ha utilitzat peses als peus amb una intensitat que es manté fins al 60% de la FC de reserva (FCRES). S'entén com a FCRES la diferència entre la FCM i la freqüència cardíaca de repòs (FCR) (mesurada en el moment de menys activitat física, és a dir, en repòs) (93).
- usar la bicicleta estàtica.

El resultats de la metanàlisi no demostren evidència d'una millora de l'equilibri després d'aquesta activitat (resultat de 7 estudis per a l'activitat de caminar i d'un estudi per a l'activitat de bicicleta estàtica).

e. **Entrenament de l'equilibri utilitzant un sistema informàtic de feedback visual:** obtingut a l'hora de realitzar desequilibris anteroposteriors, medials i laterals o movent un objectiu a través d'un cursor d'una pantalla.

El resultat de la metanàlisi no demostren evidència d'una millora de l'equilibri després d'aquesta activitat (resultat de dos estudis).

- f. **Intervencions que utilitzen plataformes vibratòries:** desenvolupament d'exercicis funcionals d'extremitats inferiors damunt una plataforma vibratòria, amb o sense sabates.

El resultat de la metanàlisi no demostren evidència d'una millora de l'equilibri després d'aquesta activitat (resultat de tres estudis).

- g. **Múltiples tipus d'exercicis:** engloba una combinació d'exercicis explicats anteriorment. Habitualment s'utilitza en un programa multifactorial de prevenció de caigudes.

Els resultats de la metanàlisi demostren una reducció del temps en la realització del TUG (MD -1.63 s; 95% CI -2.28 to -0.98 s, 635 participants, 12 estudis), un augment del temps d'estada en recolzament unipodal tant amb ulls oberts (MD 5.03 s; 95%CI 1.19 to 8.87 s, 545 participants, 9 estudis), com amb ulls tancats (MD 1.60s; 95% CI -0.01 to 3.20 s, 176 participants, 2 estudis) i un augment en la puntuació del *Berg Balance Scale* (MD 1.84 punts; 95% CI 0.71 to 2.97 punts, 80 participants, 2 estudis), i una millora de la velocitat de la marxa (SMD 0.04; 95% CI -0.10 to 0.17, 818 participants, 15 estudis).

L'àmplia gamma d'exercicis que engloba aquesta revisió dificulta la combinació de mesures de resultat en una metanàlisi i aquesta és una de les limitacions que presenta la revisió, entre d'altres. L'absència d'estandardització de mesures de resultat limita la interpretació dels resultats. Addicionalment, en molts casos, les dades no han estat adequadament reportades, tot i haver-se posat en contacte amb els autors dels estudis. En aquest sentit, es recomanaria seguir les directrius CONSORT (94). No s'han pogut determinar els efectes a llarg termini a causa de la manca de seguiment que se n'ha fet. Els estudis inclosos a la revisió

presenten algunes deficiències metodològiques: no es detalla la seqüència d'aleatorització, com tampoc l'ocultació en l'assignació. La majoria dels estudis presenta una mostra petita, no s'emascara l'avaluador i els resultats es presenten sovint d'una manera incompleta.

Intervencions per a la millora de la força muscular

Molts estudis han demostrat la importància de l'exercici físic per tal de recuperar la força muscular, tal com s'evidencia en múltiples revisions (56,58,95-100).

L'entrenament muscular amb resistències disminueix la debilitat muscular i és un mètode efectiu per augmentar la massa i la força muscular (96) i atenuar així l'efecte produït per la sarcopènia (99). Una metanàlisi que inclou 47 estudis publicats fins al 2009 demostra una evidència robusta entre l'exercici realitzat amb resistències i la millora de la força muscular tant en l'extremitat superior com inferior, i es confirma d'aquesta manera el valor de l'entrenament de la força per prevenir la discapacitat en les persones grans (96).

L'entrenament de la força amb exercicis de resistència progressiva és un dels tipus d'entrenament de la resistència muscular més utilitzats en gent gran (99). Durant l'entrenament de la força amb exercicis de resistència progressiva (ERP), els participants exerciten els seus músculs amb algun tipus de resistència que es va incrementant progressivament a mesura que la força millora, tal com s'explica en una revisió sistemàtica (95). Aquesta, que inclou 121 estudis publicats fins al 2007 que avaluen exclusivament l'eficàcia dels ERP, evidencia que l'ERP és una intervenció eficaç per millorar la funcionalitat física de les persones grans (en activitats com caminar, pujar escales o aixecar-se de la cadira), i també la força muscular o facilitar activitats quotidianes més complexes com ara banyar-se o

preparar el menjar (95). La majoria d'estudis utilitzen màquines especialitzades per a l'entrenament de la força, tot i que també es poden utilitzar bandes elàstiques o pesos lliures. El tipus de treball muscular desenvolupat durant l'entrenament inclou tant accions isomètriques com concèntriques o excèntriques.

Tot i la variabilitat entre els protocols d'entrenament de la força, generalment els estudis inclosos en les revisions presenten un protocol d'acord amb les recomanacions de l'entrenament de la força en gent gran de l'*American College of Sports Medicine (ACSM)* (63), tal com es pot veure en la taula 2.

Taula 2. Recomanacions per a l'entrenament de la força en gent gran.

Protocol d'entrenament	ACSM (per a persones no entrenades o gent gran) (63)	Revisió sistemàtica de Peterson, 2010 (96)	Revisió sistemàtica de Liu, 2009 (95)
Exercicis (exercises)	Moviments determinats grups musculars o bé de músculs aïllats (58) ACSM: 8-10 exercicis.	<i>Exercicis realitzats amb una premsa de cames, de pectoral, d'extensió de genoll i realització de moviments laterals de les extremitats inferiors.</i> El nombre d'exercicis realitzats varia entre 5 a 16 (mitjana 8,3± 2,1 exercicis)	<i>Exercicis realitzats tant en músculs aïllats com en grans grups musculars.</i> El nombre d'exercicis realitzats varia entre 1 a 14.

Intensitat (intensity)	Quantitat de pes aixecat especificat com un percentatge de l'1RM (per exemple 70% de l'1RM), o un nombre específic de repeticions dins la mateixa sèrie (58) ACSM: Un mínim del 60% del 1RM	40%- 85% del 1RM (mitjana 70%±12,7)	Alta intensitat (≥80% 1RM)
Sèrie (set)	Conjunt de repeticions d'un exercici ACSM: Mínim d'1 sèrie, de 10-15 repeticions per cada grup muscular (101)	1-6 sèries amb un rang de 2 a 20 repeticions	No especificat repeticions
Freqüència (frequency)	Nombre de dies per setmana en què es porta a terme la sessió d'exercicis (58) ACSM: 2-3 dies /setmana (quan es treballa al 60% o més del 1RM) <i>Si la persona rep fisioteràpia més d'un cop al dia durant els 5-7 dies de la setmana, és necessari deixar reposar el múscul (63)</i>	1-3 dies/setmana (mitjana 2,7 ± 0,5 dies/setmana)	2-3 dies/setmana
Setmanes d'entrenament	Entre 12-16 setmanes	6-52 setmanes (mitjana 17,6 ± 8,6 setmanes)	Variació entre 2 a 104 setmanes (la majoria entre 8-12 setmanes)
Durada (duration)	Durada de cada sessió d'exercicis (58)		
Volum (volume)	Suma de la freqüència, la intensitat i la durada de l'entrenament (58)		
Progressió (progression)	Donat que hi ha una millora de la força es recomana augmentar el volum d'entrenament (58)		

Novament la majoria d'estudis inclosos en les dues revisions presenten mostres petites, fet que pot provocar una sobreestimació de l'efecte. Ambdues revisions es basen en alguns estudis en què no hi ha una ocultació de l'assignació, ni anàlisi per a intenció de tractar o hi ha emmascarament dels avaluadors. I és necessari comentar que la metanàlisi realitzada en la revisió de Peterson ha inclòs estudis no aleatoritzats (22 de 47 estudis). En aquest treball, tot i que l'anàlisi per subgrups no va mostrar diferències significatives entre els resultats dels estudis aleatoritzats i dels no aleatoritzats, els mateixos autors comenten que els efectes dels estudis no aleatoritzats eren relativament menors que els dels estudis aleatoritzats. La baixa qualitat dels estudis que analitzen l'eficàcia de l'entrenament de la força en gent gran ja ha estat considerada en altres revisions prèvies a aquestes (102).

Malgrat les debilitats de les revisions es recomana un entrenament de la força muscular per tal de prevenir la debilitat muscular i la pèrdua de l'autonomia funcional (103). Els resultats dels estudis realitzats en gent gran evidencien que l'entrenament de la força comporta millores en la potència muscular i generalment l'entrenament de la força s'inclou dins d'un programa que combini també l'entrenament de la capacitat aeròbica, de l'equilibri i de la flexibilitat (104). Tot i així, cal tenir en compte que l'entrenament aeròbic, juntament amb un entrenament de la força pot interferir en la millora de la força explosiva o potència, mentre que amb un entrenament únicament de la força, això no passaria (105,106).

Finalment, dins d'aquest apartat, un aspecte a tenir en compte en futurs estudis és que la debilitat muscular de la persona gran és més present en les accions isomètriques i concèntriques respecte de les accions excèntriques (107). Per tant, un múscul vell sembla tenir la capacitat preservada per produir tensió després d'un estirament ràpid, fet que podria explicar un dèficit menor de la força excèntrica en la gent gran (108). Una recent revisió presenta l'evidència de les possibles hipòtesis que expliquen per

què, tant en persones grans com també en persones que presenten una malaltia crònica, la pèrdua de la força excèntrica és relativament menor que la pèrdua de la força concèntrica o isomètrica (109). La preservació d'aquesta força sembla estar lligada als elements actius i passius del propi múscul, ja que les propietats elàstiques del múscul durant un treball excèntric eviten que hi hagi un malbaratament energètic perquè recluta únicament les unitats motores necessàries (57). Tot i així, encara no és del tot clar si l'edat o altres factors com l'espasticitat o l'activitat física regulen la preservació d'aquesta força excèntrica (109). Malgrat que es requereix més investigació sobre aquest fenomen, l'entrenament de la força mitjançant accions excèntriques seria una eina potencial per a la restauració de la força en persones grans o amb malalties cròniques (persones amb esclerosi múltiple, accident vascular cerebral, esclerosi lateral amiotròfica, paràlisi cerebral...) que tenen una baixa tolerància a l'exercici (97).

Intervencions per a la prevenció de caigudes

Les intervencions per a la prevenció de caigudes evidencien el caràcter multifactorial que presenta una caiguda per a una persona gran. La revisió sistemàtica de Pedersen sobre la prescripció d'exercici físic a persones amb patologies cròniques (15) ja conclouïa una forta a moderada evidència de la combinació d'exercicis d'equilibri amb exercicis de força per reduir el nombre de caigudes i fractures associades a gent gran, en concordança amb altres metanàlisis més antigues (110,111).

La literatura entorn d'aquest tema és cada vegada més extensa i per aquesta raó ens basem en les guies de pràctica clínica més recents que englobin els resultats de totes les publicacions i, si no és possible, en revisions sistemàtiques actuals. Així doncs, els resultats de *ABS/BGS clinical practice guideline* (que inclou estudis fins al 2008) (25) conclou que les

intervencions dirigides a prevenir caigudes en gent gran (bé visquin al seu çdomicili o bé en una residència geriàtrica) poden centrar-se en qualsevol de les categories següents:

- Medicació
- Exercici físic
- Visió
- Hipotensió postural, freqüència i ritme cardíac
- Vitamina D
- Peus i calçat
- Habitatge
- Educació sanitària

■ Classificació de les intervencions

A partir de les categories esmentades anteriorment, les intervencions es classifiquen en:

- a. **Intervenció aïllada, única:** dirigida únicament a una categoria de les anteriors, bé sigui un ajustament de la medicació, una valoració de la visió, un programa d'exercici d'equilibri i força, una modificació de l'entorn/casa, una revisió del calçat o bé programes d'educació sanitària.
- b. **Intervencions multifactorials:** engloben subconjunt de categories que han estat seleccionades individualment a partir d'aquells factors de risc identificats en la valoració multifactorial.
- c. **Intervencions multicomponents:** programa d'intervencions dirigides a més d'una categoria que s'ofereix a la població en general.

La classificació de l'evidència d'aquesta guia *ABS/BGS clinical practice guideline* es basa en *U.S. Preventive Services Task Force rating system* (112) a partir de la qual s'estableixen les recomanacions respecte l'adopció d'una determinada intervenció sanitària. El grau de fortalesa de les recomanacions ens indica fins a quin punt podem confiar que posar en pràctica una recomanació comporta més beneficis que riscos. Aquest es determina en funció de l'avaluació de la qualitat global de l'evidència (vegeu taula 3) i de la magnitud del benefici obtingut (els efectes favorables superen clarament els efectes adversos) (vegeu taula 4). La qualitat de l'evidència ens indica fins a quin punt podem confiar que l'estimació d'un efecte és adequada per recolzar una recomanació. Aquest paràmetre s'obté després d'haver revisat exhaustivament i sistemàticament els estudis i d'haver-ne avaluat la qualitat de la informació i el disseny.

Taula 3. Avaluació de la qualitat global de l'evidència

Qualitat de l'evidència	
I	Almenys un assaig clínic controlat i aleatoritzat dissenyat de forma apropiada.
II-1	Assaigs clínics controlats ben dissenyats, però no aleatoritzats.
II-2	Estudis de cohorts o de casos i controls ben dissenyats, preferentment multi cèntrics.
II-3	Múltiples sèries comparades en el temps, amb o sense intervenció, i resultats sorprenents en experiències no controlades.
III	Opinions basades en experiències clíniques, estudis descriptius, observacions clíniques o informes de comitès d'experts

Qualitat total	
Alta	Alta qualitat de l'evidència (I o II-1) directament vinculada als resultats de salut.
Moderada	Alta qualitat de l'evidència (I o II-1) vinculada als resultats intermitjos. Moderada qualitat de l'evidència (II-2 i II-3) directament vinculada als resultats de salut.
Baixa	Nivell III evidència o no vinculació de l'evidència dels resultats.

Taula 4. Magnitud del benefici obtingut

Efecte de la intervenció	
Substancial	[la intervenció aporta] més que un benefici relatiu petit en una condició de salut freqüent que causa un important patiment o un benefici important en una condició de salut infreqüent però amb un impacte important pel pacient
Moderada	[la intervenció aporta] un benefici relatiu petit en una condició de salut freqüent que causa un important patiment o un benefici moderat en una condició de salut poc freqüent però amb un impacte important pel pacient
Petita	[la intervenció aporta] un benefici relatiu inapreciable en una condició de salut habitual que causa un important patiment o un benefici petit en una condició de salut infreqüent però amb un significatiu impacte pel pacient
Cap o Negativa	[la intervenció aporta] un benefici negatiu en els pacients o cap benefici relatiu en una condició de salut habitual amb una important càrrega de patiment; o en una condició de salut poc freqüent amb un significatiu impacte pel pacient.

A partir d'aquí, la guia classifica la fortalesa de les recomanacions en la prevenció de caigudes en 5 categories (taula 5).

Taula 5. Fortalesa de les recomanacions

Fortalesa de les recomanacions	
A	Extremadament recomanable. Bona evidència respecte l'eficàcia de la mesura i els beneficis superen àmpliament als perjudicis.
B	Recomanable. Almenys moderada evidència respecte l'eficàcia de la mesura és eficaç i els beneficis superen als perjudicis.
C	Ni recomanable ni desaconsellable. Almenys moderada evidència de l'eficàcia de la mesura és eficaç, però els beneficis són molt similars als perjudicis i no pot justificar-se una recomanació general.
D	Desaconsellable. Almenys moderada evidència sobre la ineficàcia de la mesura o que els perjudicis superen els beneficis.
I	Evidència insuficient, de mala qualitat o contradictòria, i el balanç entre beneficis i perjudicis no pot ser determinat.

Les recomanacions que la guia presenta van dirigides tant a persones grans que viuen independentment al seu domicili com a persones que viuen en un habitatge institucional i que requereixen cures de llarga durada (residències geriàtriques).

■ **Recomanacions per a la prevenció de caigudes en persones que viuen al seu domicili**

Les recomanacions adreçades a la població en general fan referència a intervencions multifactorials o multicomponents amb l'objectiu d'identificar i prevenir caigudes. Així doncs, la guia conclou que:

- **Una estratègia per reduir el risc de caigudes ha d'incloure una valoració multifactorial (dels aspectes coneguts de risc de caiguda) i un control dels factors de risc identificats [A].**

Posteriorment a la valoració multifactorial, el disseny de les intervencions multifactorials/multicomponents hauria de tenir en compte el que la guia conclou:

- a. **Adaptació o modificació de l'entorn o la casa de la persona [A].**
- b. **Exercici físic, en concret l'entrenament de l'equilibri, la força muscular i la marxa [A].**
- c. **Entrenament de la flexibilitat i la resistència cardiovascular s'hauria de realitzar, però no com a exercici únic dins d'un programa d'entrenament [A].**
- d. **Ajudes tècniques [A].**
- e. **Retirada o reducció al mínim de medicaments psicoactius [A] i altres medicacions[C].**
- f. **Control dels problemes de visió [A].**
- g. **Abordatge dels problemes cardiovasculars o altres problemes mèdics [A].**
- h. **Control de la hipotensió postural, dels problemes podològics i del calçat [C].**

La guia també fa recomanacions sobre la fortalesa de l'evidència dels aspectes relacionats amb la medicació, la visió, el control de la hipotensió postural, els problemes del cor, la suplementació de la vitamina D, els problemes podològics i la modificació de l'entorn.

Pel que fa a les intervencions que el fisioterapeuta realitza, les recomanacions de la guia són:

- a. **L'exercici es pot considerar com a una intervenció aïllada, però també es pot incloure com a part d'una intervenció multifactorial/multicomponent [A]. Aquestes conclusions estan en**

consonància amb dues revisions sistemàtiques, no incloses en la guia, que avaluen l'eficàcia de les intervencions per prevenir caigudes, on es comparen les intervencions aïllades d'exercici físic amb les intervencions multifactorials (100,113). La primera conclou que les intervencions aïllades són pràcticament igual d'eficaces que les intervencions multifactorials (pooled rate ratios 0.77, 95% CI 0.67-0.89 per les intervencions aïllades i pooled rate ratios 0.78, 95% CI 0.68-0.89 per les mutifactorials) (100). I la segona apunta que les intervencions aïllades destinades a augmentar l'equilibri, la força muscular i la mobilitat poden ser fins a 5 vegades més eficaces que les intervencions multifactorials, sobretot en aquelles persones que presenten caigudes recurrents (113). Un aspecte que reforça aquesta idea és que les intervencions aïllades tenen una durada inferior (de 6 setmanes a 9 mesos) a les intervencions mutifactorials (12 mesos) i requereixen una participació activa dels participants per tal de generar un major autocontrol i adherència a la intervenció (114).

- b. **El programa d'exercicis que inclou un entrenament que combina l'equilibri, la marxa i la força muscular (com ara la fisioteràpia o el tai-txi) ha demostrat reduccions significatives de les caigudes i disminueixen la por de caure [A].** Aquestes conclusions estan en consonància amb altres revisions que avaluen la prescripció supervisada d'exercicis d'equilibri, com ara els "*Otago exercise program*" (115) o exercicis mitjançant tai-txi (116).
- c. **Els exercicis es poden realitzar en grup o individualment, ja que ambdós casos són efectius per a la prevenció de caigudes [B].** En la majoria dels estudis la durada del programa d'exercici és de més de 12 setmanes, amb una freqüència variable de un 1-3 cops/setmana. La gran variabilitat en els programes d'exercici (els tipus d'exercici, la freqüència i la intensitat en què es realitzen) fa difícil assegurar quin de tots és millor respecte dels altres (117). Una

revisió posa de manifest també la gran variabilitat entre els programes d'exercici (116). Apunta amb més precisió que si es realitzen 2 sessions/setmana, caldria unes 25 setmanes per adquirir les capacitats d'equilibri necessàries per prevenir caigudes (que bé a ser 50 h). També proposa l'estratègia de realitzar un treball en grup supervisat i combinat amb un treball individual de seguiment a casa, per tal de mantenir la participació en els exercicis el major temps possible.

- d. **No hi ha suficient evidència per recomanar la inclusió d'exercicis de resistència cardiovascular en la prevenció de caigudes [I].** Tot i així, s'hauria de tenir en compte pels seus efectes saludables. Aquests resultats estan en concordança amb una revisió que, tot i deixar clar els efectes saludables del treball cardiovascular, no clarifica la seva relació amb la millora de l'equilibri (116).

Posteriorment a aquesta guia, es publica una revisió sistemàtica que engloba 111 estudis que avaluen els efectes de les intervencions per prevenir caigudes en gent gran que viu al seu domicili (publicats fins al 2009) (24), i els resultats hi concorden. Conclou que els exercicis en grup (diversos tipus d'exercicis) redueixen tant el risc com la taxa de caigudes (rate ratio (RaR) 0.78, 95% CI 0.71 to 0.86; risk ratio (RR) 0.83, 95% CI 0.72 to 0.97) igualment com els exercicis prescrits individualment a casa (RaR 0.66, 95% CI 0.53 to 0.82; RR 0.77, 95% CI 0.61 to 0.97). Afegeix també que, el tai-txi pot ser un exercici eficaç per a la prevenció de caigudes (RaR 0.63, 95% CI 0.52 to 0.78; RR 0.65, 95% CI 0.51 to 0.82) (24).

En aquesta línia és necessari fer estudis llargs i amb una mostra àmplia que comparin diferents tipus d'exercici, per tal d'investigar quin programa d'exercicis és més efectiu, cost/efecte, respecte de l'altre.

■ Recomanacions per a la prevenció de caigudes en persones institucionalitzades

Pel que fa a les intervencions realitzades en persones que requereixen atencions a llarg termini (institucionalitzades en centres de llarga estada o residències geriàtriques) estan en la línia de les anteriorment comentades encara que els resultats no són tant concloents.

- a. No hi ha suficients proves per recomanar o no intervencions multifactorials /multi components en centres de llarga estada o residències geriàtriques [C].
- b. Els programes d'exercici han de ser considerats partint dels beneficis que poden aportar en les persones institucionalitzades (realitzats amb precaució sobre el risc de lesió), encara que el seu efecte sobre el risc de caure no està comprovat [C].
- c. Pel que fa a la prevenció de caigudes en persones institucionalitzades amb deteriorament cognitiu (demència) no hi ha suficient evidència a favor o en contra que recolzi les intervencions multifactorials o úniques [I].

Posteriorment a la guia es publica una revisió sistemàtica Cochrane (42 estudis publicats fins al 2009) que avalua les intervencions per prevenir caigudes en persones que viuen en una residència geriàtrica o bé estan hospitalitzades (92). D'aquests, 20 estudis van ser realitzats en residències geriàtriques. Els resultats, tant de les intervencions aïllades com de les multifactorials, no són concloents, ja que no s'han pogut agrupar els 20 estudis. Tot i això, sembla ser que les intervencions multifactorials (generalment multidisciplinars i que engloben exercici) redueixen tant la taxa (RaR 0.60, 95% CI 0.51 to 0.72; 4 trials, 1651 participants) com el risc de caure (RR 0.85, 95% CI 0.77 to 0.95; 5 trials, 1925 participants). Les intervencions basades en exercici redueixen les caigudes en persones

hospitalitzades (RR 0.44, 95% CI 0.20 to 0.97; 3 trials, 131 participants) però no és clara la seva eficàcia en persones que viuen en una residència geriàtrica. Tampoc es pot determinar la durada o intensitat de les intervencions a causa de la gran variabilitat de les intervencions.

Una revisió sistemàtica recent apunta que els protectors de maluc i les sabates antilliscants (sobretot per a persones que caminen en un entorn amb gel) prevenen les caigudes i les possibles fractures que se'n deriven (118).

Així doncs, tot i tenir clar els efectes beneficiosos de l'exercici a nivell físic, funcional i psicològic no hi ha suficients assaigs clínics aleatoritzats per poder recomanar o no un programa individualitzat basat en exercici, dirigit a persones que visquin en residències o en centres de llarga estada, amb l'objectiu de prevenir caigudes. Fins i tot, cal tenir present que en la revisió (92) hi va haver algun estudi que va reportar major risc de caiguda després d'una intervenció amb exercici.

Tant en la guia com en les revisions en general queda palesa la dificultat d'interpretar l'evidència dels assaigs clínics aleatoritzats per la gran diversitat de persones que estan institucionalitzades (des de persones autònomes a persones amb dependència per a moltes de les AHVQ), ja que molts estudis no expliciten el nivell de deteriorament cognitiu o de la funció física dels participants, o no concreten la intervenció al detall o bé varia entre estudi i estudi (25). Novament la qualitat dels estudis és baixa, i encara que es presenten certes deficiències difícils de millorar com ara l'ocultació de la intervenció o dels participants, hi ha altres aspectes que tampoc es respecten com per exemple l'ocultació de l'assignació, paràmetre que podria ser fàcilment salvable (92).

En resum, l'evidència que hem presentat fins ara reflecteix que les intervencions multifactorials o les intervencions basades en l'exercici (l'entrenament progressiu de la força i l'equilibri i la marxa) són efectives

per la reducció de les caigudes en persones que viuen al seu domicili, però són menys concloents en les que viuen en centres institucionalitzats. La majoria de revisions ressalten la necessitat de més estudis que permetin determinar els protocols d'aquestes intervencions en persones que viuen en residències geriàtriques per tal de concretar el tipus d'exercici més adequat, i el protocol d'entrenament que sigui més beneficiós per a una població més fràgil.

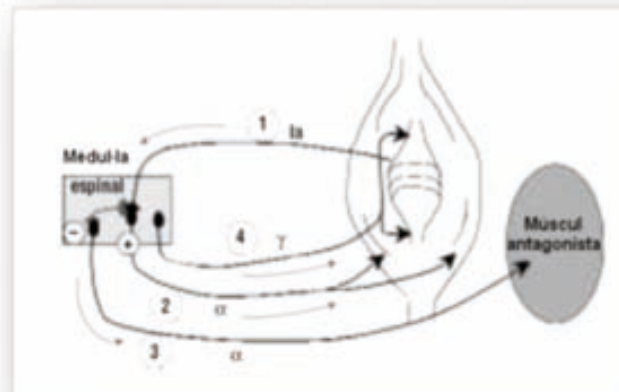
Les vibracions mecàniques mitjançant plataformes vibratòries en gent gran

La vibració és una oscil·lació mecànica definida per una freqüència i una amplitud de desplaçament. La freqüència és el nombre de cicles vibratoris per segon (expressada en Hz) i és el principal factor que determina l'efecte biològic de la vibració (119). L'amplitud és el desplaçament provocat per la vibració en cada cicle sinusoidal (expressat en mm). La magnitud de la vibració pot ser expressada com a acceleració, la qual es pot obtenir a partir de la freqüència i l'amplitud ($a=(2f)^2d$) (120).

Generalment la vibració es pot transmetre directament al múscul o al tendó, o també es pot transmetre a través d'una superfície de contacte (121). En aquest últim cas, l'ús de plataforma vibratòria és la forma més habitual d'entrenament amb vibracions mecàniques, conegut com a vibracions de cos sencer (*whole-body vibration*). La plataforma genera un moviment oscil·latori, que transmet una vibració des de la superfície de contacte (habitualment des dels peus o les mans) a la resta del cos, fet que activa l'anomenat reflex tònic vibratori (Figura 4).

Figura 4. Reflex miotàtic (extret de Garcia-Artero, 2006) (122).

1) Senyal aferent (sensitiva) procedent de la fibra intrafusel muscular. 2) Senyal eferent (motora) dirigida cap a les fibres musculars extrafusals. 3) Senyal eferent (motora) inhibidora dirigida al múscul antagonista. 4) Senyal eferent (motora) cap als extrems de les fibres musculars intrafusals, per mantenir elongada la part central del fus muscular.



Aquest mecanisme produït per la vibració desencadena canvis ràpids de longitud de la unitat múscul tendó, els quals són detectats pels propioceptors, principalment pels fusos neuromusculars però també per la pell, l'articulació i les terminacions nervioses secundàries (123). Tots ells faciliten una contracció muscular reflexa per tal d'evitar canvis en l'elongació muscular (reflex miotàtic) (124,125).



Característiques de la vibració

Tot i que la resposta neuromuscular produïda per la vibració s'explica pel reflex tònic vibratori no hi ha un consens clar en la literatura. Una revisió sistemàtica discrepa sobre aquest tema i apunta que el reflex tònic vibratori ha estat demostrat després d'una exposició breu de vibració directament al tendó i amb una alta freqüència. En el cas de les vibracions de cos sencer, la freqüència és més baixa i la durada de l'estímul major (126). Les experiències realitzades a posterior sobre el tendó, van demostrar que no

només hi ha una excitació de les motoneurones homònimes sinó que també hi ha un estímul de les interneurones de la medul·la espinal. Aquest fet comportaria una inhibició de les motoneurones de la musculatura antagonista, mitjançant el mecanisme d'inhibició recíproca (127).

L'entrenament amb vibracions de cos sencer pot variar en funció dels paràmetres de vibració, relacionats amb la freqüència (nombre de cicles generats en cada moviment sinusoidal per segon, Hz), l'amplitud (desplaçament que es dona en cada cicle de moviment sinusoidal), la direcció en què s'aplica la vibració i el temps d'exposició a la vibració. També s'han de considerar altres aspectes relacionats amb la mida i el pes de la persona o amb el protocol d'entrenament (paràmetres d'entrenament), com ara els exercicis realitzats, la postura adoptada (128,129). El tipus de vibració ve determinat per les diferents plataformes vibratòries. La comercialització d'aquests aparells és molt àmplia actualment, però la literatura estableix bàsicament tres tipus de vibracions (120), tal com s'explica a la taula 6.

Taula 6. Tipus de plataformes vibratòries

Tipus de plataformes vibratòries	
<p>Plataformes Rotacionals (o oscil·lants) □</p> 	<p>Generen un desplaçament sinusoidal vertical al voltant d'un eix anteroposterior (fulcre) que empeny la cama dreta i esquerra alternativament cap amunt i avall. La més comercialitzada és la Galileo 2000®, Novotec, Pforzheim, Germany.</p>
<p>Plataformes Verticals</p> 	<p>Generen un desplaçament sinusoidal vertical simultani (sincrònic) per a les dues cames a través de la superfície de contacte on es troben els dos peus. La més comercialitzada és la Power Plate®, Amsterdam, The Netherlands.</p>
<p>Plataformes multidimensionals</p>	<p>Generen un desplaçament no harmònic en el pla horitzontal i vertical i permet que cada peu estigui situat independentment a la plataforma. Així doncs, també permet inclinacions laterals del peu. En aquest cas, la plataforma ha estat dissenyada per generar moviments oscil·latoris aleatoris no harmònics (random), amb la finalitat d'evitar l'adaptació dels receptors a l'estímul. La més habitual és la Zeptor-Med system, Scisen GmbH, Germany (130).</p>

Els estudis realitzats en persones grans, bé siguin en dones postmenopàusiques, persones amb debilitat muscular o amb alteracions de l'equilibri o amb malalties neurodegeneratives, presenten uns paràmetres de vibració variats, tal com es manifesta en les diferents revisions publicades (120,131-135). Pel que fa a les plataformes rotacionals, la freqüència de vibració varia de 3 (136) a 28 Hz (137) i l'amplitud varia de 0,7 (138) a 14 mm (139). En relació a les plataformes verticals, la freqüència de vibració varia entre els 20-40 Hz (140) i l'amplitud entre 1,7mm (141) i 5mm (142). Finalment, les plataformes multidimensionals presenten menys variabilitat en els seus paràmetres, on la freqüència és de 6 Hz i l'amplitud és de 3 mm (130).

La posició de la persona damunt la plataforma vibratòria és importantíssima per tal d'evitar mal de cap o nàusees. Per tant, és imprescindible que la persona mantingui la postura bípeda amb una flexió de genolls i maluc, amb una implicació activa de la musculatura de la cama. D'aquesta manera es redueix la transmissió de la vibració a la columna vertebral i al cap i s'eviten molèsties (143). Els efectes nocius per a la salut a causa d'exposicions de vibració cròniques o perllongades, bé siguin transmises a la mà o al cos completament (per exemple, en persones que treballen en el món de la construcció, conductors de tractors...), poden comportar efectes associats a problemes vasculars, neurològics o musculoesquelètics (131,132,144,145). Pel que fa a les exposicions de vibració en persones grans dependrà sobretot no només de paràmetres de durada de la vibració (que sol ser curt), sinó també de la freqüència (generalment moderada) i de l'amplitud (generalment baixa). Abercromy apunta que un entrenament de 10 min/dia, amb una freqüència de 30Hz i una amplitud de 4mm excedeix els paràmetres estàndards ISO per l'exposició a les vibracions (146). Aquestes directrius s'han de tenir en compte de cara a l'entrenament diari amb vibracions (131).

El protocol d'entrenament damunt la plataforma també varia depenent de l'afectació de la persona i de la variable a estudiar. Els paràmetres estàndards del protocol de vibracions en persones grans inclouen:

- El tipus d'exercici: exercicis estàtics o dinàmics.
- La freqüència de la intervenció: varia entre 2 a 5 cops/setmana, generalment 3 cops/setmana.
- Durada total de la intervenció: varia en funció de la variable estudiada, i generalment els estudis dirigits a la millora de la força i de l'equilibri solen durar unes 6-8 setmanes mentre que els estudis dirigits a la millora de la densitat mineral òssia són més llargs, uns 6-8 mesos (132).

Efectes de l'entrenament amb plataforma vibratòria

Els efectes de l'entrenament vibratori estan descrits en nombrosos treballs, els quals destaquen els efectes aguts que es donen després de l'aplicació de l'estímul vibratori i els efectes crònics produïts després d'un programa estructurat d'entrenament vibratori.

▪ Efectes aguts

Els efectes aguts de la vibració mecànica s'han estudiat bàsicament en població sana, majoritàriament esportista. Els estudis que centren els seus objectius en els efectes a nivell muscular esquelètic manifesten resultats com a millora de potència muscular (147,148), millora de la capacitat de contracció màxima voluntària concèntrica (149) i isomètrica (150), major alçada en el salt (147) i millora de l'equilibri estàtic (150).

Pel què fa a persones no entrenades o gent gran, una revisió sistemàtica (151), que inclou 19 estudis, cinc dels quals analitzen els efectes aguts i 14 els efectes de l'entrenament al llarg de les setmanes, avalua els beneficis de l'exercici amb vibracions mecàniques en el sistema múscul esquelètic. Tres dels cinc estudis que avaluen l'efecte agut mostren millores de la força i la potència, tot i que la revisió evidencia una incertesa en l'evidència degut al disseny dels estudis. Aquests resultats estan en consonància amb una altra revisió (152), la qual compara els efectes de dos tipus de vibracions (vertical i rotacional) ressaltant que els efectes aguts obtinguts són majors quan s'utilitza una plataforma rotacional en comparació a una de vertical.

En l'àmbit esportiu, l'exposició amb vibració sobre el sistema endocrí comporta canvis aguts en el sistema hormonal. Els resultats indiquen un augment dels nivells de testosterona i d'hormona del creixement (400% respecte a concentracions basals) i una disminució de la concentració de cortisol al plasma sanguini post tractament (147). Aquestes condicions del sistema endocrí crearien un ambient idoni per a l'anabolisme i conseqüentment per a l'augment del rendiment esportiu. Tot així aquests resultats estan en controvèrsia amb els que presenta un altre treball (153) on no es manifesten canvis en la concentració de l'hormona de creixement ni en la de testosterona, detallant només un augment de la concentració plasmàtica de noradrenalina juntament amb un descens de la glucèmia.

Finalment, en el camp cardiorespiratori s'han estudiat els mecanismes fisiològics de la fatiga causats per l'exercici vibratori, enregistrant valors de 128 bpm com a freqüència cardíaca mitja, una tensió arterial de 132/52 mmHg, una concentració de lactat de 3,5 mmol/Li un consum d'oxigen de 48,8% del VO_{2max} (148). Aquest mateix estudi manifesta aparició d'eritemes com a efectes adversos. Aquest és un signe agut usual que apareix durant les primeres sessions de plataforma vibratòria, encara que després desapareix i que podria ser ocasionat per un elevat flux sanguini a la zona

muscular treballada degut a una notable extravasació de plasma des dels capil·lars a l'espai intersticial (122). No hi ha cap revisió sistemàtica que avaluï l'efecte global en el camp hormonal o cardíac.

Els efectes aguts en persones amb problemes neurològics també han estat objecte d'estudi. En persones amb accident vascular cerebral la vibració sembla millorar l'equilibri (154). D'altra banda, en el cas de persones amb malaltia de Parkinson, tot i registrar-se algun indicatiu en la millora simptomàtica de la malaltia després d'haver realitzat una sessió de vibració (disminució de la tremolor o rigidesa) (155), l'evidència trobada és, en general, inconsistent, i per tant no hi ha resultats conclusius dels efectes d'una sessió per millorar el sistema sensoriomotor (133,134). Pel que fa als efectes aguts en persones amb esclerosi múltiple també s'han estudiat, no evidenciant efectes en la millora de la força muscular o de l'equilibri (130,156).

■ Efectes crònics

Els estudis aïllats que avaluen l'eficàcia de l'entrenament amb plataforma vibratòria en gent gran observen millores en aspectes relacionats directament amb les caigudes, com ara la massa òssia, la força muscular, la mobilitat articular, l'equilibri, el control postural i la sensibilitat propioceptiva (137,138,141,142,148,157-160). Podem trobar algunes línies d'investigació focalitzades en l'àmbit de la població de gent gran institucionalitzada que suggereixen resultats tant en l'aspecte físic (millora de l'equilibri i qualitat del pas, millora de la força en extremitats inferiors, millora de la rapidesa dels moviments corporals) com en la millora de la qualitat de vida (142,158). En cap cas s'ha pogut metanalitzar aquests estudis per tal de poder observar l'efecte global de la vibració mecànica en la població geriàtrica o amb problemes neurològics, col·lectiu aquest últim que normalment s'associa a població adulta gran. Generalment, les revisions que s'han realitzat en aquesta població fan un recull literari dels estudis

anteriorment citats. Aquest és el cas de dues revisions que engloben estudis publicats fins el 2007: la primera, que inclou 14 estudis, compara l'efecte de la intervenció amb un grup control (132), presentant millores en l'estabilitat postural i l'equilibri, així com en la força isomètrica i en la densitat mineral òssia (132). La segona, que inclou 13 estudis, compara l'efecte de la intervenció amb un treball convencional d'exercici (131), i els resultats estan en consonància amb la primera revisió. Tot i així, en aquest cas els resultats que presenten els estudis són més concordants en la variable densitat mineral òssia, sobretot a maluc i tibia. Malgrat els seus resultats, els mateixos autors conclouen la necessitat de tenir prudència davant d'aquests, ja que no s'ha pogut realitzar una metanàlisi (131).

Els efectes sobre la densitat mineral òssia es recullen en tres revisions sistemàtiques recents (120,135,161), i presenten resultats similars als anteriorment comentats. La revisió de Slatkowska (inclou 10 assaigs clínics aleatoritzats amb dones post menopàusiques) evidencia una petita millora de la densitat mineral òssia en el maluc quan es compara amb un grup control, amb una estimació de l'efecte global (0.015 g cm^{-2} ; 95% (CI), 0.008-0.022; $n=131$). Efectes significativament majors també es poden observar en la columna vertebral o a la tibia de nens o adolescents (135). Una revisió més recent inclou 12 estudis (6 dels quals són assaigs clínics aleatoritzats) i conclou que tot i els bons indicis d'aquesta intervenció en la densitat mineral òssia encara no es pot determinar com d'important és la millora per a la reducció del risc de fractura. En general, les tres revisions apunten que cal més consistència en els resultats (161), estudis amb un disseny adequat, que avaluin intervencions llargues i amb una estandardització dels protocols aplicats (120).

Els efectes sobre la força muscular també s'han comentat en varies revisions. Una revisió sistemàtica manifesta la millora de la força i potència de les extremitats inferiors, sobretot en dones post menopàusiques o persones no entrenades (151). En aquest cas, la qualitat dels estudis està

catalogada com a moderada (seguint les recomanacions del *Cochrane Back Review Group*) (162). Una altra revisió més recent avalua les diferències entre els tipus de vibració (vertical o rotacional) i els diferents protocols (31 estudis). Els resultats demostren que la vibració produïda per una plataforma vertical té efectes més beneficiosos en la força muscular de la població geriàtrica que no pas la vibració produïda per una plataforma rotacional. Per contra, el beneficis a curt termini semblen ser més evidents quan es treballa amb plataformes rotacionals. Tant en una revisió com en l'altra, s'evidencia la diversitat de protocols d'entrenament i apunta que els exercicis isomètrics són adients quan la persona comença un entrenament amb vibracions mecàniques però que cal una progressió mitjançant la introducció d'exercicis dinàmics (152). Els paràmetres de vibració presenten una alta freqüència (12-45Hz) i una amplitud baixa (1,7 a 5mm). Això significa que la freqüència és més alta que la de ressonància normal del cos i de menor amplitud que la que es troba en les vibracions per exemple de vehicles, nocives per a la salut (151).

Pel que fa a l'entrenament de vibracions mecàniques en persones amb patologies neurològiques, dues revisions sistemàtiques recents analitzen aquesta intervenció en persones afectades de la malaltia de Parkinson (133,134). Els autors conclouen que no hi ha suficient evidència per refusar o aplicar la teràpia basada en vibracions mecàniques en aquest col·lectiu, degut al poc nombre d'estudis i a la baixa qualitat dels mateixos, fet que ha dificultat una estimació de l'efecte global de la intervenció (133,134). En el cas de persones afectades per un accident vascular cerebral, un únic estudi compara l'efecte de l'entrenament (diari) amb vibracions durant 6 setmanes amb un entrenament de la marxa amb música, amb l'objectiu de millorar l'equilibri i l'autonomia en les activitats de la vida diària (163). No es van trobar diferències significatives entre les dues intervencions.

Risc-benefici de l'entrenament amb vibracions mecàniques

Un aspecte fins ara no tractat és el balanç entre el risc i el benefici de l'entrenament amb vibracions mecàniques en la gent gran. Els efectes adversos com ara les caigudes, les fractures o els problemes cardíacs generalment es detallen poc en els estudis. Tot i així, els efectes adversos que recullen les revisions de Merriman (131) i Lau (134) són generalment transitoris i de poca importància, com ara un eritema, que és un dels més habituals, juntament amb picor transitori de les extremitats i dolor muscular. Altres efectes menys descrits són mal de cap, edema, dolor (el més habitual de genoll i en alguns casos menys habituals d'espatlla, part anterior del peu i la zona de l'engonal), vessament articular, por i un únic cas asimptomàtic de nefrolitiasis (152). Tot i que el dolor muscular d'aparició tardana (conegut com a DOMS (*delayed onset muscle soreness*) o cruiximents") podria ser un aspecte positiu ja que és una manifestació de l'adaptació neuromuscular del sistema, cal tenir-ho en compte quan es realitza l'entrenament en persones en què el dolor pot ser un factor d'inactivitat, com ara en el cas de persones amb dolor crònic o amb patologies neurològiques com l'esclerosi múltiple (131). La literatura mostra que, generalment, l'eritema, la picor i el DOMS solen desaparèixer entre la tercera i desena sessió d'entrenament (131).

La majoria d'aquests efectes es podrien reduir si la persona es col·loca adequadament damunt la plataforma vibratòria (143,146). En alguns estudis, abans de realitzar la primera sessió d'entrenament amb vibracions mecàniques, es realitza una sessió prèvia per tal d'assegurar que la posició que la persona adopta damunt la plataforma és l'adequada. D'aquesta manera novament s'evitarien efectes adversos provocats per la posició incorrecta. També s'ha de tenir en compte el tipus de plataforma utilitzada

ja que no totes les plataformes disposen d'un passamà o barra de seguretat on la persona es pot agafar en cas de necessitat (120).

Finalment, la selecció acurada dels participants (tenint en compte les comorbiditats tant habituals en geriatría), la freqüència de vibració, l'amplitud i la durada de l'exposició de la vibració (134), seguint les normes ISO abans esmentades, evitaran els efectes adversos deguts a la intervenció. En un estudi realitzat en dones post menopàusiques es va considerar que l'exercici amb vibracions mecàniques no era una activitat difícil (164), i fins i tot la satisfacció de les participants es va veure en l'adherència al tractament (165).

Abans de realitzar una sessió de vibracions mecàniques en gent gran o persones amb patologies neurològiques cal tenir en compte possibles situacions de comorbiditat que poden augmentar els efectes adversos o provocar efectes secundaris no desitjats (Taula 7).

Taula 7. Possibles situacions de morbiditat a tenir en compte (traduït de Merriman) (131).

Situacions de morbiditat	
Múscul esquelètic	Pròtesis de maluc o genoll
	Hèrnia discal aguda
	Artritis aguda
	Fixació articular (artròdesis) amb implants metàl·lics
	Osteoporosi amb fractura vertebral
	Fractura recent
	Lesió aguda dels teixits tous
Neuromuscular	Absència o reducció de la sensibilitat cutània
	Epilèpsia
	Deteriorament cognitiu
	Neuroestimulador cerebral profund o neuroestimulador de la medul·la espinal
Cardiovascular	Recent infart de miocardi
	Hipertensió
	Implants de vàlvules cardíques
	Marcapassos
	Trombosi venosa
	Aneurisma aòrtic
Malaltia vascular perifèrica	
Altres	Tumor maligne
	Edema agut
	Afectació de la integritat cutània de les cames o peus
	Cirurgia recent
	Incontinència urinària i/o fecal

Finalment, donat que el efectes adversos no s'han descrit d'una forma sistematitzada, es recomana que en futures investigacions es realitzi un seguiment adequat i detallat, sobretot per poder determinar amb major claredat el risc-benefici de la intervenció realitzada (131,134). Addicionalment, també es recomana un seguiment de manteniment un cop finalitzada la intervenció.

OBJECTIUS

Objectius generals

Els objectius generals de la tesi són:

- a. Identificar i resumir les proves existents sobre l'eficàcia i seguretat de l'entrenament amb plataformes vibratòries en persones grans (amb o sense malalties neurodegeneratives) mitjançant la metodologia de les revisions sistemàtiques.
- b. Avaluar l'eficàcia d'un entrenament amb plataformes vibratòries per a la millora de la mobilitat funcional i prevenció de caigudes en una població geriàtrica catalana institucionalitzada.

Objectius específics

- a. Avaluar l'eficàcia de l'entrenament amb vibracions de cos sencer sobre l'equilibri, la força muscular en persones grans. De forma secundària, avaluar també els seu efecte sobre les caigudes, la densitat mineral òssia i en els efectes adversos.
- b. Avaluar l'eficàcia de la vibració de cos sencer per millorar el rendiment funcional d'acord amb les activitats bàsiques de la vida diària (ABVD) en persones amb malalties neurodegeneratives. Secundàriament, es vol avaluar l'efecte de l'entrenament amb vibracions de cos sencer sobre la simptomatologia d'una malaltia neurodegenerativa, sobre l'equilibri, sobre la marxa, sobre el

rendiment muscular, sobre la qualitat de vida i sobre els esdeveniments adversos.

- c. Avaluar l'efecte de les vibracions de cos sencer per a la millora de l'equilibri i força muscular en comparació amb l'exercici sense vibració en gent gran institucionalitzada. Secundàriament, també avaluar els efectes per a la prevenció de caigudes en gent gran institucionalitzada.

METODOLOGIA

Per desenvolupar el primer objectiu, identificar i resumir les proves existents sobre l'eficàcia i seguretat de l'entrenament amb plataformes vibratòries en persones grans (amb o sense malalties neurodegeneratives), es van realitzar dues revisions sistemàtiques, una dirigida al col·lectiu de persones grans i l'altre específicament a persones afectades de malalties neurodegeneratives.

Per desenvolupar el segon objectiu, avaluar l'eficàcia d'un entrenament amb plataformes vibratòries per a la millora de la mobilitat funcional i la prevenció de caigudes en una població geriàtrica catalana institucionalitzada, es va realitzar un assaig clínic aleatoritzat, multicèntric, paral·lel amb emmascarament de l'avaluador.

Abans de detallar la metodologia emprada per a la realització de les revisions sistemàtiques, és convenient definir què s'entén per revisió sistemàtica. Una revisió sistemàtica és el recull de l'evidència existent per tal de donar resposta a una pregunta clínica. Amb aquesta finalitat, s'utilitzen mètodes específics i sistemàtics per identificar, seleccionar i avaluar críticament estudis originals, així com extreure i analitzar les dades dels estudis que s'han inclòs en la revisió (166). L'estimació global de l'efecte de la intervenció que s'està avaluant es pot obtenir mitjançant una metanàlisi, que és la combinació matemàtica de com a mínim dos estudis, tot i que no totes les revisions sistemàtiques permeten incloure tècniques estadístiques de metanàlisi (167).

Metodologia de les revisions sistemàtiques

La metodologia emprada en les dues revisions sistemàtiques d'aquesta tesi té en compte:

■ Selecció dels estudis

- a. **Tipus d'estudis:** en ambdues revisions s'inclouen assaigs clínics aleatoritzats o quasialeatoritzats.
- b. **Població:** la població diana són persones grans, tot i que en la segona revisió preval el criteri de presentar una malaltia neurodegenerativa, com ara la malaltia de Parkinson, l'esclerosi múltiple, l'esclerosi lateral amiotròfica (ELA), la malaltia d'Alzheimer, la corea de Huntington, entre d'altres, per damunt del criteri d'edat.
- c. **Intervencions avaluades:** s'avaluen l'eficàcia i/o seguretat de l'entrenament amb vibracions en comparació amb fisioteràpia, o amb una altra intervenció amb paràmetres de vibració diferents o amb un grup control.
- d. **Variables:**

Primera revisió: força muscular i equilibri. Secundàriament s'analitza la incidència de caigudes, la densitat mineral òssia i els efectes adversos de la intervenció.

Segona revisió: canvis funcionals en referència a les activitats de la vida diària. Secundàriament s'analitza la presència de signes i símptomes de la malaltia, l'equilibri, la marxa, la capacitat muscular, la qualitat de vida i els efectes adversos.

■ Estratègia de cerca

Ambdues revisions van cercar assaigs clínics aleatoritzats publicats a les bases de dades MEDLINE, EMBASE, The Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), The Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), PeDro i PsychInfo.

Adicionalment es va realitzar una cerca manual a partir del llistat de referències dels estudis inclosos i es va contactar amb els autors per tal d'identificar possibles estudis i incloure'ls a les revisions.

Finalment, en la segona revisió es va analitzar les actes dels congressos que són referents en l'àmbit de la neurologia (des del gener de 2002 al març de 2011): *World Physical Therapy Congress (World Confederation for Physical Therapy*; <http://www.wcpt.org/>), *Congreso Nacional de Neurología (Sociedad Española de Neurología*; <http://www.sen.es/>), *International Conference of the European Committee for Treatment and Research in Multiple Sclerosis (ECTRIMS*; <http://www.ectrims.eu/>), *World Parkinson Congress* (<http://www.worldpdcongress.org/>) and *International Conference on Alzheimer's and Parkinson's diseases* (<http://www2.kenes.com/adpd/Pages/Home.aspx>). La recerca es va restringir als idiomes anglès, espanyol i francès. La primera revisió inclou estudis fins al maig de 2010 i, la segona, fins al maig de 2011.

■ Mètodes de selecció dels estudis

Dos revisors de manera independent van seleccionar els possibles estudis a partir del títol, resum i descriptors de les referències identificades i, en cas de dubte, es va obtenir el text complet dels estudis. En cas de discrepància, es realitza una consulta a un tercer revisor per tal d'arribar a un consens.

- **Avaluació de la qualitat dels estudis:** dos revisors van avaluar de manera independent el risc de biaix de cada estudi d'acord amb els criteris establerts en el Manual per a Revisors Cochrane (85). Es van avaluar les següents àrees: generació de la seqüència aleatòria (biaix de selecció), ocultació de l'assignació (biaix de selecció), cegament (biaix de realització i el biaix de detecció), informació selectiva (biaix d'informació), la descripció del nombre i les causes de la pèrdua de seguiment i altres biaixos. Per a cada ítem s'assigna un judici de baix risc, poc clar o alt risc de biaix, basat en la informació de cada estudi. Els desacords novament es van resoldre mitjançant la participació d'un tercer autor. En algun cas es va contactar amb els autors de l'estudi original per obtenir dades addicionals i poder avaluar millor el possible risc de biaix.
- **Descripció dels estudis:** la descripció sintetitzada dels estudis inclosos en les revisions es poden consultar directament a les publicacions, on es detalla resumidament en una taula les característiques bàsiques de la població d'estudi, els mètodes utilitzats, les intervencions i control aplicades i les variables analitzades.

La resta d'apartats que conformen una revisió sistemàtica són ja de resultats, discussió i conclusió, a banda de les referències bibliogràfiques i els annexos. Aquests apartats es detallaran a la tesi més endavant, segons correspongui a resultats, discussió o conclusions.

Metodologia de l'assaig clínic

L'assaig clínic es va dur a terme d'acord amb la metodologia següent:

■ Disseny

Assaig clínic aleatoritzat, multicèntric, paral·lel amb un emmascarament de l'avaluador.

■ Participants

159 participants han complert els criteris d'inclusió establerts per participar a l'estudi i s'han assignat aleatòriament en un dels dos grups, al grup vibració o al grup exercici.

■ Intervenció


El grup vibració ha realitzat exercicis estàtics/dinàmics (equilibri i de resistència muscular) en una plataforma vibratòria (Freqüència: 30-35Hz; amplitud: 2-4 mm) en un període de sis setmanes d'entrenament (3 sessions/setmana). El grup exercici preveu exactament els mateixos exercicis que els del grup vibració, però la persona els realitza agafada a una paral·lela o barra fixa (en grups de 3 a 10 persones, depenent del centre), tal com es mostra en la figura 5. El protocol d'exercicis s'adjunta a la taula 8.

Figura 5. Exemple d'exercicis realitzats (imatges cedides mitjançant consentiment informat)



Taula 8. Protocol d'exercicis realitzats durant l'estudi

**PROTOCOL ENTRENAMENT AMB VIBRACIONS DE COS SENCER
(3 SESSIONS/SETMANA)**

	Exercicis	Freq ¹ Hz	Repeti- cions	Durada, segons	Variants	Durada vibració, min
1 set	D1,D2 i D3: 1. Esquat ² estàtic (Flexió genoll de 20°-40°)  <i>Totes les posicions de treball seran en posició esquat, amb les mans agafades al mànec de la plataforma. En cas contrari, s'explica en l'exercici.</i>	30 Hz	2	30s	D2: EX 1: R2 a UT D3: Durada de cada exercici 45''	3min a 4min
	2. Esquat dinàmic		2	30s		
	3. Posició d'esquat realitzar puntetes (Gastrognemis i Soli)		2	30s		

2 set	D1, D2 i D3: 1. Esquat estàtic	30 Hz	1	45s	D2: EX 3: R2 a UT D3: Durada	3min 40 s a 4min 40s
	2. Esquat amb poc recolzament (tocar piano amb els dits damunt la plataforma)		2	30s		
	3. Posició d'esquat, passar el pes del cos, d'una cama a l'altre (si pot ser aixecant lleugerament el taló de la cama que no suporta el pes)		2	30s		
	4. Posició d'esquat, aixecar puntes dels peus (tibial anterior)		2	30s		
3 set	D1, D2 i D3: 1. Esquat amb poc recolzament (tocar piano amb els dits damunt la plataforma)	30 Hz	2	30s	D2: EX 1,2 i 3: R2 a UT D3: ídem exercicis D2 però la durada de cada exercici 45''	4min 10s a Min, 30s
	2. En posició d'esquat, fer puntes i talons dinàmicament		2	45s		
	3. En posició d'esquat aixecar una mà i després l'altre del mànec de la plataforma		2	45s		
	4. Esquat estàtic en posició semitàndem		1	30s		
4 set	D1, D2 i D3: 1. Esquat estàtic en posició de semitàndem	35 Hz*	2	30s	D2: EX 1, 3 i 4: R2 a UT D3: ídem exercicis D2 però la durada de cada exercici 45''	4min 10s a 4min 30s
	2. Posició d'esquat, suir amb la vista i el cap un objecte que el fisioterapeuta li ensenyarà, girant suaument el cap de dreta a esquerra		2	45s		
	3. Esquat dinàmic amb poc recolzament (tocar piano amb els dits damunt la plataforma)		2	45s		
	4. Esquat estàtic amb posició de tàndem.		1	30s		
5 set	D1, D2 i D3: 1. Esquat estàtic amb posició de tàndem.	35 Hz*	2 (canviar de cama del davant a la 2a repetició)	45s	D2 i D3: EX 1, 3: R2 a UT	5min 20s

	2. En posició d'esquat aixecar una mà i després l'altre del mànec de la plataforma		2	45s		
	3. Esquat dinàmic poc recolzament (tocar piano amb els dits damunt la plataforma)		2	45s		
	4. Esquat estàtic amb recolzament unipodal		1	45s		
6 set	D1, D2 i D3: 1. Esquat estàtic amb recolzament unipodal	35Hz*	2 (canviar de cama a la 2a repetició)	45s	D2 i D3: EX 1, 2: R2 a UT	6 min
	2. En posició d'esquat, fer puntes i talons dinàmicament, amb mínim recolzament		2	45s		
	3. Lateral a la plataforma agafant-se a una mà, realitzar un esquat estàtic, movent el cap suaument suint un objecte que el fisioterapeuta mostra		2 (canviar de cama a la 2a repetició)	45s		
	4. Esquat dinàmic tocant el piano amb els dits		2	60s		
<p>¹Altres paràmetres de la vibració: Amplitud: setmana 1-4: 2mm i setmana 5-6: 4mm* Pausa entre exercicis 60'' ² Posició d'Esquat: posar-se a la gatxoneta set: setmana D1: primer dia de la setmana d'intervenció D2: segon dia de la setmana d'intervenció D3: tercer dia de la setmana d'intervenció R2: segona repetició Ex: exercici UT: Ulls Tancats</p>						
SETMANA 7. Realització de les proves de valoració postentrenament						

■ Principal mesura de resultat

la variable principal d'estudi és l'equilibri dinàmic i estàtic. Les variables secundàries són la força muscular i el nombre de noves caigudes. Després de l'aleatorització s'ha fet un seguiment de les variables a les 6 setmanes i als 6 mesos, i l'eficàcia ha estat analitzada per a intenció de tractar (ITT) i per protocol (PP). Inicialment s'ha realitzat una anàlisi de la situació de partida dels dos grups. Els efectes de la intervenció s'han avaluat mitjançant la " t" test, Mann-Witney o Xhi-quadrat, depenent del tipus de variable. S'ha

realitzat una anàlisi de la variança de 2 factors (Two Way Anova): un factor de mesures repetides (el temps, amb dos nivells: basal i 6 setmanes) i una altra de mesures independents (2 nivells: grup exercici amb plataforma vibratòria o grup d'exercici sense plataforma vibratòria). En aquesta ANOVA, s'ha avaluat tant cada factor per separat com la interacció dels dos factors, aquesta darrera interacció respondria a la pregunta: és diferent l'evolució en els dos grups?

La resta de detalls sobre el protocol de l'assaig clínic es poden consultar a l'article. Addicionalment, es presenten als Annexos els resultats preliminars de l'assaig clínic de les variables principals a les 6 setmanes (vegeu Annex 1) i, a la discussió, uns primers punts de discussió sobre aquests resultats.

RESULTATS

Publicacions presentades com a part d'aquesta tesi

Primera publicació

Sitjà-Rabert M, Rigau D, Fort Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodríguez D, Bonastre Subirana M, Bonfill X. Efficacy of whole body vibration exercise in older people: A systematic review. *Disability & Rehabilitation*. 2012; 34(11):883-893. DOI: 10.3109/09638288.2011.626486

Factor d'impacte (2010): 1,4

Segona publicació

Sitjà-Rabert M; Martínez-Zapata MJ; Fort Vanmeerhaeghe A; Rey Abella R; Romero-Rodríguez D; Bonfill X. Whole body vibration for older persons: an open randomized, multicentre, parallel, clinical trial. *BMC Geriatrics* 2011, 11:89. DOI:10.1186 /1471-2318-11-89

Factor d'impacte (2012): 1,7 (no oficial)

Tercera publicació

Sitjà Rabert M, Rigau Comas D, Fort Vanmeerhaeghe A, Santoyo Medina C, Roqué i Figuls M, Romero-Rodríguez D, Bonfill Cosp X. Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease. Cochrane Database of Systematic Reviews 2012, Issue 2. Art. No.: CD009097. DOI: 10.1002/14651858.CD009097.pub2.

Factor d'impacte (2010): 6,186

Resum dels resultats

Primera publicació

Sitjà-Rabert M, Rigau D, Fort Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodríguez D, Bonastre Subirana M, Bonfill X. Efficacy of whole body vibration exercise in older people: A systematic review. *Disability & Rehabilitation*. 2012; 34(11):883-893. DOI: 10.3109/09638288.2011.626486

L'objectiu d'aquest estudi ha estat realitzar una revisió sistemàtica de la literatura existent sobre l'aplicabilitat de l'entrenament amb vibracions mecàniques en persones grans i una metanàlisi d'assaigs clínics controlats.

Mètode: es va realitzar una recerca en MEDLINE, EMBASE, Bases de dades CENTRAL, CINAHL i PsychINFO fins al maig de 2010.

S'hi han inclòs assaigs controlats aleatoris que avaluen l'eficàcia i la seguretat de l'entrenament amb plataformes vibratòries en persones grans en comparació amb exercici convencional (d'equilibri, de reforçament muscular) o amb un grup control, els quals no canvien la seva activitat habitual o bé realitzen els mateixos exercicis sense la vibració (placebo). Les variables analitzades són l'equilibri, la força muscular, les caigudes, la densitat mineral òssia i els esdeveniments adversos.

Dos revisors de manera independent van seleccionar els estudis per a la seva inclusió en la revisió, van avaluar la qualitat dels mateixos i van extreure'n les dades. Les discrepàncies es van resoldre mitjançant l'acord comú i en algun cas s'ha demanat l'opinió a un tercer revisor.

Resultats: 16 estudis han complert els criteris d'inclusió. Quan comparem l'entrenament amb plataforma vibratòria envers el grup control, els resultats de les metanàlisi demostren que el grup vibració millora significativament el control de l'equilibri (prova de Tinetti test: 4,5 punts, IC del 95% 0.95-8.11) i la força muscular de genoll, millorant en concret la força isomètrica (18.30 Nm, 95% IC 7.95 a 28.65) i la potència muscular (10,44 W, IC del 95% 2.85-18.03). En comparació amb l'exercici convencional, els resultats de la metanàlisi només demostra una diferència significativa en la densitat mineral òssia del coll femoral (0,04 g/cm², IC 95%: 0,02-0,07). La majoria dels estudis no van reportar complicacions greus, i en tot cas es va realitzar un control de les caigudes.

Conclusió: L'entrenament mitjançant plataformes vibratòries pot millorar la força, la potència i l'equilibri en comparació amb un grup control, encara que aquests efectes no són evidents quan es compara amb l'exercici convencional.

REVIEW ARTICLE

Efficacy of whole body vibration exercise in older people: a systematic review

Mercè Sitjà-Rabert¹, David Rigau², Azahara Fort Vanmeerghaeghe^{3,4}, Daniel Romero-Rodríguez⁴, Maria Bonastre Subirana⁵ & Xavier Bonfill^{2,6,7}

¹Blanquerna School of Health Science, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Spain, ²Iberoamerican Cochrane Centre, Institute of Biomedical Research (IIB Sant Pau), Barcelona, Spain, ³FPCEE Blanquerna, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Spain, ⁴EUSES Sport Sciences School, Universitat de Girona, Girona, Spain, ⁵Physiotherapy Department, Residència Mediterrània, Sant Feliu de Llobregat, Spain, ⁶CIBER Epidemiología y Salud Pública, CIBERESP, Barcelona, Spain, and ⁷Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

Purpose: The aim of this study was to perform a systematic review of the literature on whole body vibration programs in older population and a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. **Method:** A search was conducted in MEDLINE, EMBASE, CENTRAL, CINAHL and PsychINFO databases. We included randomized controlled trials evaluating the efficacy and safety of whole body vibration training in older populations compared to conventional exercise or control groups that assessed balance, muscle strength, falls, bone mineral density and adverse events. **Results:** Sixteen trials met the inclusion criteria. Comparing the vibration and the control group, we found that vibration significantly improved knee muscle isometric strength (18.30 Nm, 95% CI 7.95–28.65), muscle power (10.44 W, 95% CI 2.85–18.03) and balance control (Tinetti test: 4.5 points, 95% CI 0.95–8.11). Comparison with a conventional exercise showed that the only significant difference was bone mineral density in the femoral neck (0.04 g/cm⁻², 95% CI 0.02–0.07). There were no serious complications in most of studies. **Conclusion:** Whole body vibration training may improve strength, power and balance in comparison with a control group, although these effects are not apparent when compared with a group that does conventional exercise.

Keywords: Accidental falls, aged, bone mineral density, exercise, muscle strength, postural balance

Introduction

As a consequence of increasing life expectancy, up to 15% of the European population consists of people over 65 years of age, and it is expected that this percentage will further increase in the next decade [1]. Health policy faces the challenge of

Implications for Rehabilitation

- Physical exercise is effective for improving balancing and walking, muscle strength in the legs, and cardiovascular resistance, and decreasing the risk of falling in older persons.
- Whole body vibration training can decrease the risk of falling related to muscle weakness or balance disorders in older people when compared with a control group, although these effects are not apparent when compared with a conventional exercise.
- Evidence is not conclusive to assess the effect of whole body vibration training on the incidence of falls.
- Safety concerns related to whole body vibration have not been identified.

managing this trend with strategies that meet the needs of the ageing population. Disability rates increase with age, as do the risks of morbidity and mortality.

Falls are one of the geriatric events that contribute most to a dependent population. They are a common cause of hospitalization in the older people and clearly contribute to an increase in morbidity and mortality. Research conducted United Kingdom [2] and United States [3] has shown that the incidence of falls represents a tremendous burden on social and health services.

Physical exercise with training programs to improve balancing and walking, muscle strength in the legs, and cardiovascular resistance all benefit the health of older persons and decrease the risk of falling [4–10]. Such interventions can be applied through a falls prevention program and based on exercise alone or multifactorial strategies [11–13]. Multifactorial strategies are common in nursing

Correspondence: Mercè Sitjà-Rabert, Blanquerna School of Health Science, Universitat Ramon Llull, Padilla 326-332, 08026 Barcelona, Spain.
 Tel: +34 932533068. Fax: +34 932533085. E-mail: mercesr@blanquerna.url.edu
 (Accepted September 2011)

homes, community health centers and hospital subacute units. They include vitamin D and calcium supplements, physical exercise programs, medication review/withdrawal, nutritional supplements, changes in the environment and use of hip protectors [4].

In recent years, many training programs have introduced vibratory platforms, devices known as whole body vibration (WBV) platforms. These training programs may improve balance and muscle strength, factors that are closely related to the risk of falling. WBV training generates an oscillatory movement and transmits a vibration from the point of contact to the rest of the body. Its mechanism of action involves short, fast changes in the length of the muscle-tendon complex known as the tonic vibration stretch reflex [14,15].

The benefits of WBV training on muscle performance has been demonstrated in young and fit populations [16,17]. More recently, several studies have focused on older populations and they have reported some improvements in muscle strength and power in the lower limbs, walking ability, speed of gait, body balance and body mass index [18–27]. A recent narrative review [28], however, found difficulties to reach a consensus on WBV training due to a broad variation of interventions, protocols and comparator groups. The objective of the present systematic review was to identify and summarize the existing evidence on the efficacy and safety of WBV training in older adults.

Methods

Design

Identify and summarize the existing evidence on the efficacy and safety of WBV training in older adults with a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials (RCT) that assessed this training in older individuals.

Inclusion and exclusion criteria

We included all RCTs performed in older populations that assessed the efficacy and/or safety of WBV training compared to physical exercise or control.

We considered an older population as those defined in the original studies and including those individuals living at the community dwelling or institutionalized in nursing homes as well as post-menopausal women. We did not set a specific age range for inclusion but excluded studies performed in the young, athletic populations or healthy adults.

Only those studies with training programs of 4 weeks or longer were considered. We included studies that used any device, whether commercial or non-commercial, that produced WBV at any volume (duration and frequency) or intensity (amplitude) and also included any kind of dynamic or static training on the platform.

Study outcomes

Primary outcomes were muscle strength and balance. Secondary outcomes were incidence of falls, bone mineral density (BMD) and adverse events.

Search strategy

We searched MEDLINE, EMBASE, The Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), The Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), PeDro, and PsychInfo databases, in addition to hand-searching the reference lists of retrieved studies and reviews available before May 2010. The search was restricted to English, French and Spanish languages. Details of the search strategies are shown in Appendix 1.

Two authors (MSR, DR) independently screened all title citations and abstracts retrieved by the search to identify potentially eligible studies. Full text articles were obtained and independently evaluated for inclusion in the review based on the inclusion criteria. Disagreements were resolved by consensus or, if necessary, contacting the study authors for clarification. See the flow chart in the Figure 1.

Quality assessment

After the initial selection, the methodological quality of the articles was assessed using an adaptation of the Cochrane methods [29]. Methodological quality was assessed paying special attention to the generation of randomization sequence, the allocation concealment, blinding of participants or assessors and description of withdrawals and drop-outs (see Table I).

Data collection

Two authors independently extracted data using a standardized data extraction sheet. For all included studies information was gathered on the number of participants randomized and the number for outcomes that were measured. For continuous outcomes, the arithmetic means and standard deviations were obtained together with the number of subjects in each group. The number of events and the number of subjects in each treatment arm was reported for dichotomous outcomes. Any inadequacies or discrepancies between the extracted data were resolved by discussion and, if required, by contacting the study authors for further details.

Data synthesis and statistical analysis

We pooled the results across the studies by means of a meta-analysis using a standardized mean difference (SMD) and their 95% confidence intervals calculated from final values (or changes from baseline when available). We used Hedges' formula to combine continuous data measured by different tests and thus given in different units. In addition, mean differences from final values (or change from baseline when available) and their 95% confidence intervals were used to measure intervention effect when outcomes were measured using the same test.

When measures of variation were not provided as standard deviation (SD) by the original publication, we used the formula $SD = \sqrt{N \times (upper\ limit - lower\ limit) / n}$, where n is obtained from the t-distribution in samples with less than 60 subjects or has a fixed value of 3.92 in higher samples. Statistical analysis was preferentially performed using intention to treat (ITT)

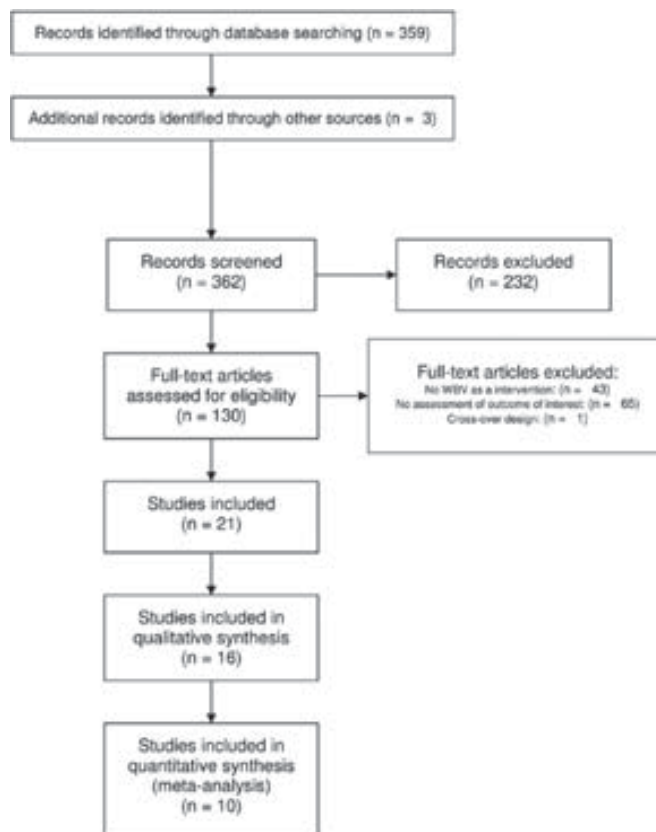


Figure 1. Flowchart of the randomised controlled trials included into review.

Table I. Quality assessment of studies.

Study (author, year)	Generation of randomization sequence	Allocation concealment	Blinding of participants or assessors	Description of withdrawals and dropouts
Baum, 2007 [38]	Yes	No	No	No
Bautmans, 2005 [18]	Yes	No	Participants	Yes
Bogaerts [19,20,31] several publications from the same investigation.	Yes	No	No	Yes
Bruyère, 2005 [21]	Yes	No	No	Yes
Corrie, 2007 [32]	Yes	Unknown	Participants	Unknown
Cheung, 2007 [22]	Yes	Yes	No	Yes
Gusi/Raimundo [35,36] several publications from the same investigation.	Yes	No	No	Yes
Iwamoto, 2005 [33]	Yes	No	No	No
Johnson, 2007 [30]	Yes	No	No	Yes
Machado, 2009 [40]	Yes	No	No	Yes
Rees [23,24,42] several publications from the same investigation.	Yes	No	No	Yes
Roelants, 2004 [25]	Yes	No	No	Yes
Rubin, 2004 [34]	Yes	Yes	Participants and evaluators	Yes
Russo, 2003 [41]	Yes	No	No	Yes
Trans, 2009 [37]	Yes	Yes	No	Yes
Vershueren, 2004 [27]	Yes	No	No	No

886 M. S. Rabert et al.

data. When this was not available we used the data provided by the original publication.

Weighted averages of intervention effect were pooled using a random-effects model. Individual study weights were calculated as the inverse of the variance. Heterogeneity between the trials was assessed using the I^2 statistic. An I^2 value of 75% or greater was used to denote significant heterogeneity. We also aimed to identify any features that might explain heterogeneity of results. Statistical analysis was performed with RevMan 5.0 [29].

Results

A total of 21 citations providing data from 16 clinical studies were included in this systematic review. Studies with several publications were considered as a single study throughout the systematic review. The 16 clinical studies randomized a total of 957 participants. Mean age was 68 years, 87.5% were living in the community dwelling, and the majority were women (77%) (see Table II).

Table II. Characteristics of included studies.

Study (author, year)	Number of participants, gender, setting, mean age	Comparator(s) group(s) (duration)	Study duration (training schedule) (number of session)	Main outcomes	Comments
Baum, 2007 [38]	Randomised: 40 Analyzed: 40 Male and female Community dwelling WBV group: 62.2 ± 4.0 Flexibility group: 63.3 ± 5.9 Strength group: 62.9 ± 7.3	Exercise: flexibility (15 minutes) Exercise: strength (45 minutes)	12 weeks (3 times a week) (36 sessions)	Muscle strength Plasma glucose, HbA1 and lactate Body weight Blood pressure Antidiabetic medication Complications	
Bautmans, 2005 [18]	Randomised: 24 Analyzed: 21 Male and female Nursing home residents All participants: 77.5 ± 11.0	Control	6 weeks (3 times a week) (18 sessions)	Tinetti test Time up & go Chair sit and reach Back scratch test Muscle strength Bone mineral density	All subjects performed some physical activity
Bogaerts [19,20,31] (several publications)	Randomised: 220 Analyzed: * Male and female Community dwelling WBV group: 66.8 ± 0.5 Exercise group: 66.8 ± 0.6 Control group: 67.8 ± 0.6	Exercise: fitness (90 minutes) Control	12 months (3 times a week) (156 sessions)	Sensory organization test Motor control test Adaptation test Muscle strength Muscle mass Cardiovascular parameters	
Bruyère, 2005 [21]	Randomised: 42 Analyzed: 42 Male and female Nursing home residents All participants: 81.9 ± 6.9	Control	6 weeks (3 times a week) (18 sessions)	Tinetti test Time up & go Quality of life (SF36 questionnaire)	All subjects performed some physical activity
Corrie, 2007 [32]	Randomised: 61 Analyzed: 49 Male and female Community dwelling All participants: 80.7	Exercise (6 minutes on a Tiltting-WBV) Control	12 months (3 times a week) (156 sessions)	Muscle power	All subjects performed some physical activity
Cheung, 2007 [22]	Randomised: 75 Analyzed: 69 Female Community dwelling All participants: 72.36 ± 4.93	Control	12 weeks (3 times a week) (36 sessions)	Movement velocity Endpoint excursion Maximum point excursion Directional control Functional reach test	
Gusi /Raimundo [35,36] (several publications)	Randomised: 36 Analyzed: * Female Community dwelling WBV group: 66 ± 6 Exercise group: 66 ± 4	Exercise: Walking (60 minutes)	8 months (3 times a week) (96 sessions)	Blind flamingo test Bone mineral density Body mass index Muscle strength Health-related fitness test	
Iwamoto, 2005 [33]	Randomised: 50 Analyzed: 50 Female Community dwelling WBV group: 70.6 ± 8.7 Control group: 71.9 ± 8.1	Control	12 months (1 time a week) (52 sessions)	Falls Bone fractures Bone mineral density Pain (face visual scale)	All subjects were treated with alendronate (5 mg) daily
Johnson, 2007 [30]	Randomised: 21 Analyzed: 16 Male and female Community dwelling WBV group: 67 ± 10 Control group: 68.5 ± 6	Control	4 weeks (daily) (28 sessions)	Muscle strength Time up & go Range of motion Pain (visual analogical scale) CAR	All subjects received a total knee arthroplasty in the previous 3 to 6 weeks and did rehabilitation exercises

(Continued)

Table II. (Continued).

Study (author, year)	Number of participants, gender, setting, mean age	Comparator(s) group(s) (duration)	Study duration (training schedule) (number of session)	Main outcomes	Comments
Machado, 2009 [40]	Randomised: 29 Analyzed: 26 Female Community dwelling WBV group: 79 Control group: 76	Control	10 weeks (3 to 5 times a week) (up to 50 sessions)	Muscle strength Time up & go Muscle cross-sectional area Surface electromyographic activity	
Rees [23,24,42] (several publications)	Randomised: 45 Analyzed: * Male and female Community dwelling All participants: 73.5 ± 4.5	Exercise: Strength (45 to 80 minutes) Control	8 weeks (3 times a week) (24 sessions)	One-leg postural test Muscle strength Time up & go Fast walk test Sit-to-stand test Stair mobility test	All participants were involved in low-intensity exercise (walking)
Roelants, 2004 [25]	Randomised: 89 Analyzed: 69 Female Community dwelling WBV group: 64.6 ± 0.7 Exercise group: 63.9 ± 0.8 Control group: 64.2 ± 0.6	Exercise: strength (60 minutes) Control	24 weeks (3 times a week) (72 sessions)	Muscle strength Movement velocity Countermovement jump	
Rubin, 2004 [34]	Randomised: 70 Analyzed: 70 Female Community dwelling WBV group: 57.34 Control group: 57.33	Control	12 months (twice a day) (up to 730 sessions)	Bone mineral density Compliance	Platform exercises were performed at home.
Russo, 2003 [41]	Randomised: 33 Analyzed: 29 Female Community dwelling WBV group: 60.7 ± 6.1 Control group: 61.40 ± 7.3	Control	6 months (2 times a week) (48 sessions)	Muscle strength Bone mineral density	
Trans, 2009 [37]	Randomised: 52 Analyzed: 44 Female Community dwelling WBV group: 61.5 ± 9.2 Exercise group: 58.7 ± 11.0 Control group: 61.1 ± 8.5	Exercise: balance (30 to 70 seconds on WBV balance board) Control	8 weeks (2 times a week) (16 sessions)	Muscle strength Threshold for detection of passive movement WOMAC	
Verschueren, 2004 [27]	Randomised: 70 Analyzed: 70 Female Community dwelling WBV group: 64.6 ± 3.3 Exercise group: 63.90 ± 3.8 Control group: 64.2 ± 3.1	Exercise: strength (60 minutes) Control	24 weeks (3 times a week) (72 sessions)	Muscle strength Muscle mass Fat mass Bone mineral density	

*Bogaerts, Gusi/Raimundo and Rees reported the results of included patients in separate publications. The number of available patients included in the analysis differed in each publication and group of assessments.
WBV group: Whole body vibration group.
CAR: Central Activation Ratio (ratio between the maximal voluntary isometric contraction and the maximal voluntary isometric contraction with the superimposed electrical stimulation).
nr: not reported.
WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities' Osteoarthritis Index.
HbA1c: hemoglobin A1c.

Study interventions included six different vibration platform devices. Nine studies used vertical platforms, six studies used rotational platforms and one study did not report the type of platform used. In all but one study, the devices used were commercial models, the most frequent being the Power Plate[®] and Galileo[®] platforms. The parameters of vibration also differed among vibration platforms. In studies using vertical platforms the frequency ranged from 20 to 40 Hz and amplitude ranged from 1.7 to 5 mm, whereas in studies using rotational platforms the frequency ranged from 10 to 26 HZ and the amplitude ranged from 0.7 to 8 mm. Study duration ranged from 4 weeks [30] to 1 year

[19,20,31–34] and number of training sessions ranged from 16 to 730 (Table III).

Comparators used in the studies were also diverse. Eight of the 16 studies included a comparison group that performed specific physical exercise. Normally, the type of physical exercise was designed according to the guidelines of the American College of Sports Medicine (e.g. fitness, resistance training or walking [19,20,23–25,27,28,32,35–38]). In 14 of the 16 studies the control group did not change their daily-living activities or performed the same exercise as the intervention group but without a vibration platform. In 5 of those 16 studies, all participants performed common physical activities (e.g. seated

Table III. Characteristics of the whole-body vibration parameters.

Study (author, year)	Frequency (Hertz)	Amplitude (millimeters)	Rang to vibration time (minutes)	Type of platform		
				Type to exercises	vibration	Training progression
Baum, 2007 [38]	30–35	2	6–15	S	V	P
Bautmans, 2005 [18]	35–40	2–5	3.5–6.25	S	V	P
Bogaerts [19,20,31] several publications	35–40	2.5–5	2–15	S and D	V	P
Bruyère, 2005 [21]	10–26	3–7	4	S	R	P
Corrie, 2007 [32]	nr	nr	6	nr	V	P
Cheung, 2007 [22]	20	1–3	3	S	R	NP
Gusi/Raimundo [29,36] several publications	12.6	3–6	3–8	S	R	NP
Iwamoto, 2005 [33]	20	0.70–4.2	4	S	R	NP
Johnson, 2007 [30]	35	2–5	3–18	S and D	V	P
Machado, 2009 [40]	20–40	2–4	1.5–8	S and D	V	P
Rees [23,24,42] several publications	26	5–8	4.5–8	D	R	P
Roelants, 2004 [25]	35–40	2.5–5	3–30	S and D	V	P
Rubin, 2004 [34]	30	nr	20	S	V (special device designed for the study)	NP
Russo, 2003 [41]	12–28	nr	1–2	S	R	P
Trans, 2009 [37]	25–30	nr	3–10.5	S	V	P
Vershueren, 2004 [27]	35–40	1.7–2.5	30	S and D	V	P

S, static exercises; D, dynamic exercises; V, vertical platform; R, rotational platform.

P: The protocol shows a progression training (according to overload principle of training); NP: The protocol shows no progression training.

gymnastic sessions) or rehabilitation treatment (e.g. ice and compression to the joint, exercises of range motion, bicycle ergometer [18–25,27,30–34,37,39–42]).

Study outcomes and methods of assessment were heterogeneous and varies depending on the studies, except the bone mineral density. We considered all variables that aimed to measure muscle strength: static strength, dynamic strength and power in lower limbs. We considered the muscle performance in the knee extensors for the right or non-operated lower limb measured by isometric strength, dynamic strength (at 60° per second) or muscle power because these measures were the most usually reported across studies. Similarly, we detected several methods to assess body balance such as the Tinetti test, Time Up & Go (TUG) test, Blind Flamingo test, Adaptation test, Sensory Organization, One Leg Postural test and Motor Control test. We considered the results from TUG and Tinetti tests for the meta-analysis. None of the studies properly reported the incidence of falls among participants. Methods of BMD evaluation were similar among studies but reported for diverse bones. We thus considered the BMD values obtained in the femoral neck and the lumbar zone.

The quality of the included studies presented several shortcomings that are described in the Table I. All studies were randomized but only 3 of the 16 studies clearly explained the method by which the randomization code was concealed from investigators. In two studies, the participants were blinded to the intervention by means of a sham platform [18,32] and in one study both the participants and the investigator were blinded to the intervention [34]. Twelve studies appropriately reported dropouts or patients lost to follow-up. As one study was only available as

an abstract the methodological quality could not be appropriately assessed.

Eight studies did not report the source of funding [18,21,23–25,32,33,40–42], six received public grants [19,20,22,27,30,31,35,36,41] and two studies were funded by the industry [34,38]. Among studies that received public grant or did not report the source of funding, five acknowledged the logistic support or supplies from the industry [18–20,25,30–37,39–42].

WBV compared to exercise

Only two studies [27,35–37] compared WBV and exercise training and measured muscle strength. Exercise groups showed a trend towards a greater effect in knee dynamic strength, but differences were not statistically significant ($P=0.16$) (Figure 2). One study [27] did not show differences between groups in isometric strength.

One study compared WBV and exercise training and measured muscle power and body balance (TUG test [23,24,42]). No differences were found between groups regarding these outcomes.

Two studies [27,35,36] measured BMD in the femoral neck and vertebral bodies from the lumbar zone and gave results for WBV in comparison with exercise training. Although no effects were detected for BMD in the lumbar zone ($P=1$), a significant increase of (MD 0.04 g/cm⁻², 95% CI 0.02–0.07; $P < 0.001$) was recorded at the femoral neck (Figure 2).

WBV compared to control

Nine studies compared results of muscle strength after WBV intervention with control groups [18–20,23–25,27,30,31,37,40–42].

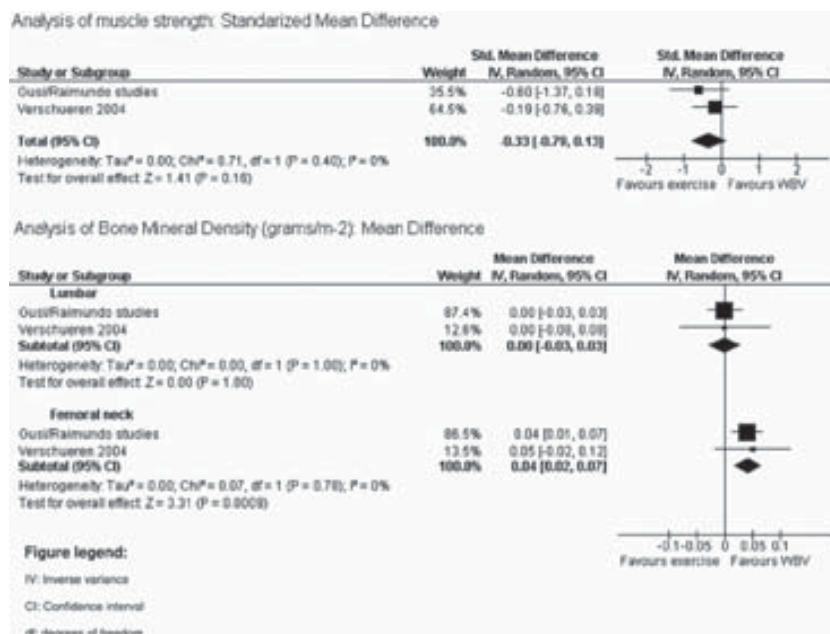


Figure 2. Forest plot from the meta-analysis of whole body vibration exercise to exercise group.

Disabil Rehabil Downloaded from informahealthcare.com by Universitat Politècnica de Catalunya on 04/27/12
For personal use only.

In three studies, results were presented in graphs and we were unable to obtain numeric data from the authors [19,20,25,31,41]. WBV showed a favorable effect on muscle strength as compared to controls, but this was only statistically significant for isometric strength (SDM 2.15, 95% CI 0.42–3.89; P = 0.01). Heterogeneity, however, was substantial (Figure 3). One study [40] contributed to most of the inconsistency and when discarded, the pooled estimate remained significant (SDM 0.72 95% CI 0.30–1.15; P < 0.001). Analysis of the studies that measured the maximal isometric muscle strength using the same method showed a significant improvement of (MD 18.3 Nm, 95% CI 7.95–28.65; P < 0.001) with no heterogeneity (Figure 3). We could not pool differences in mean for dynamic strength due to differences in unit reporting. There was also a slight but significant advantage of WBV over control groups in maximal power during dynamic exercise (MD 10.4W, 95% CI 2.85–18.03; P = 0.007) (Figure 3).

Five studies [18,21,23,24,30,40,42] measured body balance using TUG and/or Tinetti tests. Because these tests represent two completely different approaches to balance assessment, we analyzed them separately. We found a statistically significant benefit of WBV training in comparison with control groups in the Tinetti test, with a mean difference of 4.5 points (out of a total test score of 28) (MD 4.53 points, 95% CI 0.95–8.11; P = 0.01). There was marked variability between studies. We did not, however, find differences between groups in TUG tests (P = 0.09). One study [21] contributed largely to the inconsistency in the TUG analysis and when discarded, the global trend remained similar (Figure 3).

Two studies found no differences between WBV and the control groups in lumbar BMD measurements (P = 0.77 [27,33]).

Safety

Six studies did not report adverse events of the interventions [18,24,32,33,36,42]. In four studies, WBV training was associated with transient and mild adverse effects such as erythema [25,41], edema [25], headache [22,34], knee pain without objective clinical signs [41], and itching of the legs or soreness during the first sessions [25,34,41], none of them were considered serious.

Discussion

Our systematic review included 16 RCTs that studied the efficacy and safety of WBV in older adults in comparison with conventional exercise groups or control groups. A meta-analysis of results was performed whenever methodologically possible.

Regarding muscle performance, we did not find statistically significant differences in isometric or dynamic strength when WBV training was compared with groups that did specific physical exercise. This latter comparator included longer resistance training programs. These results are in the line with those from a previous review [28]. On the other hand, in studies that compared WBV to a control group, WBV training showed a statistically significant effect on muscle isometric strength of knee extensors and muscle power (Figure 3). In five of these studies [18,21,23,24,30,32,42], all participants performed some physical activity, either rehabilitation therapy after

890 M. S. Rabert et al.

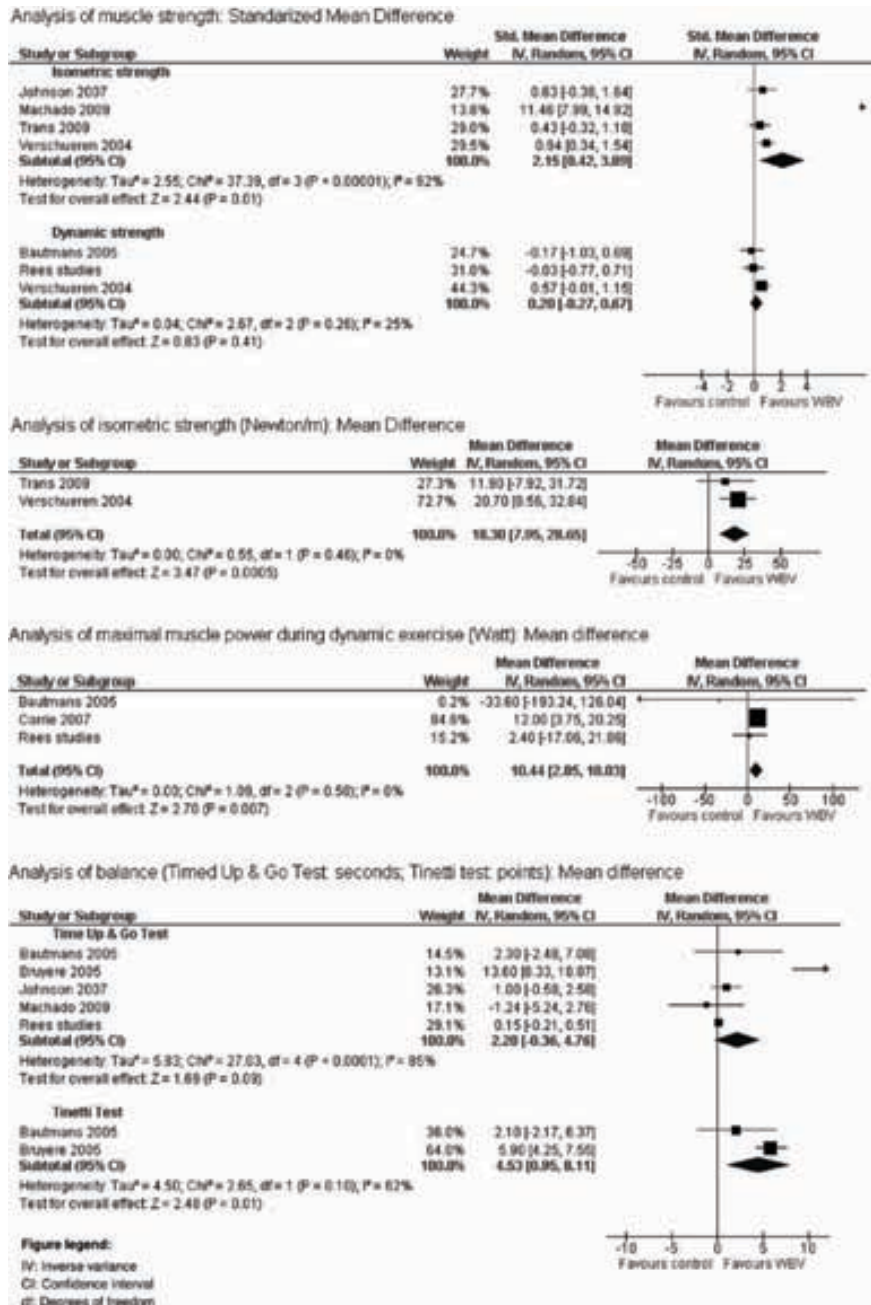


Figure 3. Forest plot from the meta-analysis of whole body vibration exercise to control group.

orthopedic surgery or a physical exercise program routinely used in nursing-homes.

Although absolute differences favoring physical exercise or WBV training were sparse we can not rule out the clinical relevance of benefits in older people. The fact that participants

in both groups did some kind of physical exercise may have reduced the net benefit between groups and thus the possibility of detecting a substantial clinical effect.

The WBV exercise protocol in most studies progressively increased training, although not all protocols included

dynamic tasks. Since most of the exercises included mainly static tasks, intervention benefits on muscle strength were seen in isometric strength and not in dynamic strength. It is recommended to include dynamic tasks in progressive training programs [43] although in an older and frail population it seems reasonable to begin training with static tasks, moving towards dynamic tasks on an individual basis.

Regarding body balance, most studies reported this variable through Tinetti test and TUG test. One single study that compared WBV training with physical exercise did not find differences between interventions in the TUG test. We could only pool results from studies comparing WBV training to a control group. The Tinetti test was significantly improved with WBV training in comparison with controls (MD 4.53 points, 95% CI 0.95–8.11) (Figure 3). There were no differences between groups in the TUG test. These results should be interpreted with caution because the Tinetti test implies a certain degree of appraiser subjectivity, whereas the TUG test is an objective time-test.

Results from BMD show that compared to physical exercise, WBV training has a statistically significant beneficial effect on the femur neck but not on the lumbar spine. The magnitude of the observed effect, however, was of doubtful clinical relevance (Figure 2). These results are very similar to those from two previous reviews [28,44] in which no beneficial effects for BMD were observed in the lumbar region, but beneficial effects were observed in the hip and tibia.

Unfortunately, we were unable to assess the effect of interventions on the incidence of falls because only one study included this variable, as a secondary outcome, and according to the authors the results were inaccurate since most patients were lost to follow-up [33]. This systematic review thus focuses on surrogate outcomes related to the risk of falls such as muscle strength, body balance or BMD, related to risk of fracture, rather than risk of falls.

Although adverse events were not systematically recorded in most individual studies, WBV training seems to be a safe intervention in older people since the majority of adverse events were of low intensity. These findings were similar to those described by Merriman & Jackson [28] and Cardinale & Rittweger [45]. Some of the undesirable effects could have been reduced by correcting posture on the WBV platform, incorporating slight knee flexion [46].

The overall methodological quality of the included studies was moderate to low, with the main shortcomings being design (most were open design) and uncertainty related to randomization process. Larger studies with more accurate design, including an appropriate randomization method, a concealed allocation of patients, a blinded assessor and complete follow-up assessment will increase the confidence with their results.

It is important to point out that the benefits observed in this review were obtained independently of the type of vibration on the platform (vertical or rotational) although some authors have suggested that there may be some differences between the two forms [28,44]. There was great variability regarding the parameters of vibration, type of exercise, duration of training in both the intervention with WBV and comparison groups. Methods used to evaluate study outcomes were also

variable which limited the number of available studies in the subgroup analysis. This poor consistency among the training protocols should be taken into account for future research and if is possible, standardized in all their parameters.

Some vibratory parameters are difficult to standardize because they depend on the exercise done on the platform and on intra- and inter-individual variability response to the vibration [17]. It has been suggested that the optimal range of vibratory frequency is between 20 and 30 Hz [47], with 30 Hz being the optimal frequency for maximum muscle activation [17]. These parameters are similar to those reported in the studies included in our review (Table 1).

Regarding the duration of the intervention, several studies suggest a minimum of 8 weeks of WBV is needed to obtain benefits in muscle strength and balance [47] and a minimum of 6 weeks is recommended for persons at nursing homes. Most studies reporting results of BMD were performed over a longer period, some for as long as 12 months. However, our review showed a certain benefit in BMD as early as 6–8 months. Nevertheless, and in accordance with the conclusions of Mikhael et al., additional studies are needed to determine the threshold at which clinically significant benefits are achieved [47].

The main limitation of our systematic review is related to the lack of data reported in the original papers. To minimize this limitation in reporting bias, we contacted authors in all cases of missing data or when results were shown only in figures or graphs. Another limitation to be considered is the low number of studies available for analysis for each variable, making further subgroup or sensitivity analysis difficult. The categorization of the studies into the effects of WBV in comparison with control or exercise and differentiating isometric and dynamic strength is debatable. Nevertheless, our aim was to clearly identify any net benefit of the intervention. Differences in outcome assessment methods and/or units forced us to disaggregate the results to obtain a common effect estimate.

The main strengths of the review are that despite the limited number of studies and subjects, results were fairly homogeneous. Moreover, this is the first systematic review that performs a comprehensive meta-analysis on the effects of WBV in older people, and considered those outcomes more closely related to the risk of falls.

In conclusion, results from our systematic review suggest that WBV training may improve strength, power and balance in comparison with a control group, although these effects are not apparent when compared with a group that does conventional exercise. WBV training seems to be a safe intervention for older individuals, but further studies should include an appropriate method to monitor adverse events. There is as yet insufficient evidence to assess the potential benefits of WBV training in relevant outcomes such as incidence of falls. This variable should be included in future independent and larger well designed clinical trials on the efficacy of WBV in older population.

Finally, we consider that WBV training could potentially provide benefits for a wide range of people who have difficulties to follow a standard physical exercise program.

892 M. S. Rabert et al.

Acknowledgments

The corresponding author is a Phd candidate at the Universitat Autònoma de Barcelona, Spain. We would like to acknowledge the contribution of Carolyn Newey for her assistance and inestimable help in the editing process of the manuscript. We also thank Ivan Solà, from Iberoamerican Cochrane Centre, for his support in the literature searching and retrieving and Ferran Rey Abella, PhD, from Blanquerna School of Health Science (Universitat Ramon Llull), for his expertise in different methods of muscular strength. We also thank the Blanquerna School of Health Science (Universitat Ramon Llull) for their support to the first author, providing her a special leave to work on her thesis.

Declaration of Interest: The authors report no conflict of interests.

References

- World Health Organization. European health for all database (HFA-DB). [Online]. Available at: <http://data.euro.who.int/hfad/>. Accessed January 20, 2011.
- Scuffham P, Chaplin S, Legood R. Incidence and costs of unintentional falls in older people in the United Kingdom. *J Epidemiol Community Health* 2003;57:740–744.
- Englander F, Hodson TJ, Terregrossa RA. Economic dimensions of slip and fall injuries. *J Forensic Sci* 1996;41:733–746.
- Cameron ID, Murray GR, Gillespie LD, Robertson MC, Hill KD, Cummings RG, Kerse N. Interventions for preventing falls in older people in nursing care facilities and hospitals. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2010, Issue 1. Art. No.: CD005465. DOI: 10.1002/14651858.CD005465.pub2.
- Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BHI. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009, Issue 2. Art. No.: CD000340. DOI: 10.1002/14651858.CD000340.pub2.
- Rubenstein LZ, Josephson KR, Trueblood PR, Loy S, Harker JO, Pietruzka FM, Robbins AS. Effects of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall prone elderly men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:317–321.
- Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 2008;56:2234–2243.
- Skelton DA, Beyer N. Exercise and injury prevention in older people. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:77–85.
- Skelton D, Dinan S, Campbell M, Rutherford O. Tailored group exercise (Falls Management Exercise– FaME) reduces falls in community-dwelling older frequent fallers (an RCT). *Age Ageing* 2005;34:636–639.
- American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine Med Sci Sports Exerc* 1998;30:992–1008.
- American Geriatrics Society, British geriatrics Society, American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel of Falls Prevention. Guideline for the prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 2001;49:664–672.
- Royal College of Nursing. Clinical practice guideline for the assessment and prevention of falls in older people [guideline on the Internet]. National Institute for Clinical Excellence (NICE) 2004 [cited 2011 Jan 20]. Available from: <http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/CG021fullguideline.pdf>.
- Oliver D, Bell J, Gallagher D, Newton J, Rackham C, Swannick J, Thompson S. Development of a pathway to facilitate gastrostomy insertion for patients with MND. *Int J Palliat Nurs* 2007;13:426–429.
- Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31:3–7.
- Eklund G, Hagbarth KE. Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Exp Neurol* 1966;16:80–92.
- Issurin VB. Vibrations and their applications in sport. A review. *J Sports Med Phys Fitness* 2005;45:324–336.
- Wilcock IM, Whatman C, Harris N, Keogh JW. Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes? *J Strength Cond Res* 2009;23:593–603.
- Bautmans I, Van Hees E, Lemper JC, Mets T. The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial [ISRCTN62535013]. *BMC Geriatr* 2005;5:17.
- Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, Claessens AL, Boonen S. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial. *Gait Posture* 2007;26:309–316.
- Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Coudyzer W, Boonen S, Verschueren SM. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007;62:630–635.
- Bruyere O, Wuidart MA, Di Palma E, Gourlay M, Ethgen O, Richey F, Reginster JY. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:303–307.
- Cheung WH, Mok HW, Qin L, Sze PC, Lee KM, Leung KS. High-frequency whole-body vibration improves balancing ability in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:852–857.
- Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of whole body vibration on postural steadiness in an older population. *J Sci Med Sport* 2009;12:440–444.
- Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of whole-body vibration exercise on lower-extremity muscle strength and power in an older population: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2008;88:462–470.
- Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:901–908.
- Roelants M, Verschueren SM, Delecluse C, Levin O, Stijnen V. Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J Strength Cond Res* 2006;20:124–129.
- Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschueren D, Boonen S. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res* 2004;19:352–359.
- Merriman H, Jackson K. The effects of whole-body vibration training in aging adults: a systematic review. *J Geriatr Phys Ther* 2009;32:134–145.
- Higgins JPT, Green S (eds). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.1.9.[update March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from www.cochrane-handbook.org
- Johnson A. Whole-body vibration compared to traditional physical therapy in individuals with total knee arthroplasty [dissertation]. 2007. [cited 2011 Jan 20]. Available from: <http://contentdm.lib.byu.edu/ETD/image/etd1790.pdf>.
- Bogaerts AC, Delecluse C, Claessens AL, Troosters T, Boonen S, Verschueren SM. Effects of whole body vibration training on cardio-respiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). *Age Ageing* 2009;38:448–454.
- Corrie H, Brooke-Wavell K, Mansfield N, Griffiths V, D'Souza O, Morris R, Attenborough A, Masud T. A randomised controlled trial on the effects of whole body vibration on muscle power in older people at risk of falling. *Osteoporos Int* 2007;18(Suppl 3):S253–S254.
- Iwamoto J, Takeda T, Sato Y, Uzawa M. Effect of whole-body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover, and chronic back pain in post-menopausal osteoporotic women treated with alendronate. *Ageing Clin Exp Res* 2005;17:157–163.
- Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. *J Bone Miner Res* 2004;19:343–351.
- Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2006;7:92.
- Raimundo AM, Gusi N, Tomas-Carus P. Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *Eur J Appl Physiol* 2009;106:741–748.
- Trans T, Aaboe J, Henriksen M, Christensen R, Bliddal H, Lund H. Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. *Knee* 2009; 16:256–261.
- Baum K, Votteler T, Schiab J. Efficiency of vibration exercise for glycaemic control in type 2 diabetes patients. *Int J Med Sci* 2007;4:159–163.

39. Iwamoto J, Otaka Y, Kudo K, Takeda T, Uzawa M, Hirabayashi K. Efficacy of training program for ambulatory competence in elderly women. *Keio J Med* 2004;53:85–89.
40. Machado A, García-López D, González-Gallego J, Garatachea N. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20:200–207.
41. Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Guralnik JM, Ferrucci L. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1854–1857.
42. Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. *J Aging Phys Act* 2007;15:367–381.
43. Marín PJ, Bunker D, Rhea MR, Ayllón FN. Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: implications for prescription of vibratory stimulation. *J Strength Cond Res* 2009;23:2311–2316.
44. Totosy de Zepetneck JO, Giangregorio LM, Craven C. Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: A review. *J Rehabil Res Dev* 2009;46:529–542.
45. Cardinale M, Rittweger J. Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: fact or fiction? *J Br Menopause Soc* 2006;12:12–18.
46. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1794–1800.
47. Mikhael M, Orr R, Fiatarone Singh MA. The effect of whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: a systematic review of the literature. *Maturitas* 2010;66:150–157.

Appendix

Appendix 1. Search strategies from different databases (before May 2010).

Databases	Search strategy
MEDLINE (PubMed)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Whole body vibration [tw] or vibration exercise [tw]. 2. Aged [mesh] or Frail Elderly[mesh] or "Aged, 80 and over"[mesh]. 3. Older [tw] or elderly[tw]. 4. Geriatri*[tw] or Senio*[tw] or Senil*[tw]. 5. 2 or 3 or 4.6. 1 and 5.
EMBASE (Ovid)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exp whole body vibration/ or whole body vibration.mp. 2. Aged/. 3. Exp Frail Elderly/. 4. 2 or 3. 5. (older or elderly).mp. 6. (geriatri\$ or Senio\$ or Senil\$).mp. 7. 4 or 5 or 6. 8. 1 and 7.
PeDro (website) CENTRAL (CLib)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abstract & Title: whole body vibration. 1. (whole next body next vibration). 2. AGED (MeSH). 3. (older or elderly). 4. (geriatri* or senio* or senil*). 5. (2 or 3 or 4). 6. (1 and 5).
CINAHL (Ovid)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vibration/ae, tu or Whole Body Vibration.mp. 2. Aged/. 3. exp Frail Elderly/. 4. 2 or 3. 5. (older or elderly).mp. 6. (geriatri\$ or Senio\$ or Senil\$).mp. 7. 4 or 5 or 6. 8. 1 and 7.
PsycINFO (Ovid)	<ol style="list-style-type: none"> 1. (vibration/ and aging/) or whole body vibration.mp. 2. exp Aging/. 3. exp Elder Care/ or Frail Elderly mp. 4. 2 or 3. 5. (older or elderly).mp. 6. (geriatri\$ or Senio\$ or Senil\$).mp. 7. 4 or 5 or 6. 8. 1 and 7.

Segona publicació

Sitjà-Rabert M; Martínez-Zapata MJ; Fort Vanmeerhaeghe A; Rey Abella R; Romero-Rodríguez D; Bonfill X. Whole body vibration for older persons: an open randomized, multicentre, parallel, clinical trial. *BMC Geriatrics* 2011, 11:89. DOI:10.1186 /1471-2318-11-89

Les persones institucionalitzades en residències geriàtriques presenten una menor capacitat funcional respecte de les persones grans que continuen vivint al seu domicili. La inclusió d'exercici físic en les seves activitats diàries d'una manera rutinària i controlada pot disminuir-ne la fragilitat i millorar-ne la qualitat de vida. L'entrenament mitjançant les vibracions mecàniques (Whole-body vibration, WBV) és un tipus d'exercici físic que sembla beneficiós en persones d'edat avançada per millorar la seva mobilitat funcional, tot i que l'evidència no és conclouent. Aquest estudi pretén comparar els resultats de l'aplicació d'un protocol d'entrenament mitjançant vibracions de cos sencer respecte del mateix protocol d'exercicis sense la vibració mecànica amb l'objectiu de millorar l'equilibri, la força muscular i la prevenció de caigudes en persones grans institucionalitzades.

Mètode: El disseny de l'estudi és un assaig clínic aleatoritzat, multicèntric i paral·lel amb emmascament de l'avaluador. 160 residents institucionalitzats en centres geriàtrics majors de 65 anys han estat identificats per participar en l'estudi. Els participants, mitjançant un sistema d'aleatorització per ordinador, seran distribuïts en un dels dos grups d'intervenció (grup vibració o grup d'exercici) i l'assignació al grup serà comunicada als investigadors per telèfon a través del centre de coordinació. El grup vibració realitzarà exercicis estàtics i dinàmics progressivament (d'equilibri i resistència muscular) damunt una plataforma vibratòria

(Freqüència: 30-35 Hz; Amplitud: 2-4 mm) i durant un període de sis setmanes d'entrenament (3 sessions/setmana). El grup exercici portarà a terme el mateix protocol, però sense els estímuls de la plataforma vibratòria, realitzant-los directament davant una barra fixa o paral·leles. La variable primària és la mesura de l'equilibri estàtic i dinàmic. Secundàriament, s'analitzaran la força muscular i el nombre de noves caigudes. Les mesures es recolliran a les sis setmanes i als sis mesos d'haver iniciat l'estudi.

Es realitzarà un anàlisi per intenció de tractar (ITT) i per protocol (PP) i els efectes de la intervenció s'avaluaran mitjançant la prova "t", Mann-Witney prova o prova de Xhi-quadrat, depenent del tipus de variable.

Conclusió: aquest estudi ajudarà a clarificar si l'entrenament amb vibracions de cos sencer millora l'equilibri, la mobilitat en la marxa i la força muscular en persones d'edat avançada institucionalitzades en una residència geriàtrica. Pel que sabem, aquest serà el primer estudi que permet avaluar l'eficàcia de l'entrenament amb vibracions de cos sencer per a la prevenció de caigudes en aquesta població.

STUDY PROTOCOL

Open Access

Whole body vibration for older persons: an open randomized, multicentre, parallel, clinical trial

Mercè Sitjà-Rabert^{1†}, M^a José Martínez-Zapata^{2†}, Azahara Fort-Vanmeerhaeghe^{3†}, Ferran Rey-Abella^{1†}, Daniel Romero-Rodríguez^{3†} and Xavier Bonfill^{2,4†}

Abstract

Background: Institutionalized older persons have a poor functional capacity. Including physical exercise in their routine activities decreases their frailty and improves their quality of life. Whole-body vibration (WBV) training is a type of exercise that seems beneficial in frail older persons to improve their functional mobility, but the evidence is inconclusive. This trial will compare the results of exercise with WBV and exercise without WBV in improving body balance, muscle performance and fall prevention in institutionalized older persons.

Methods/Design: An open, multicentre and parallel randomized clinical trial with blinded assessment. 160 nursing home residents aged over 65 years and of both sexes will be identified to participate in the study. Participants will be centrally randomised and allocated to interventions (vibration or exercise group) by telephone. The vibration group will perform static/dynamic exercises (balance and resistance training) on a vibratory platform (Frequency: 30-35 Hz; Amplitude: 2-4 mm) over a six-week training period (3 sessions/week). The exercise group will perform the same exercise protocol but without a vibration stimuli platform. The primary outcome measure is the static/dynamic body balance. Secondary outcomes are muscle strength and, number of new falls. Follow-up measurements will be collected at 6 weeks and at 6 months after randomization. Efficacy will be analysed on an intention-to-treat (ITT) basis and 'per protocol'. The effects of the intervention will be evaluated using the "t" test, Mann-Witney test, or Chi-square test, depending on the type of outcome. The final analysis will be performed 6 weeks and 6 months after randomization.

Discussion: This study will help to clarify whether WBV training improves body balance, gait mobility and muscle strength in frail older persons living in nursing homes. As far as we know, this will be the first study to evaluate the efficacy of WBV for the prevention of falls.

Trial Registration: ClinicalTrials.gov: NCT01375790

Background

Progressive ageing of the population has generated an increase in chronic diseases [1]. The concomitant increases in morbidity create vulnerability and frailty in older persons.

Frailty is a common syndrome in older persons [2]. Signs and symptoms of this problem are believed to factors such as fatigue, weight loss, exhaustion, weakness, slow walking speed, decreased balance, low levels of physical activity, slowed motor processing and

performance, social withdrawal, cognitive changes, and increased vulnerability to stressors [3-6].

Most falls in older persons are caused by frailty [7,8] and multiple medications [9-11]. Research from the United Kingdom [12], the United States [13] and Australia [14] has shown that falls are a tremendous burden to social and health services. Besides affecting psychological and physical health, fractures from falls often imply hospitalization, thereby increasing morbidity. It has been estimated that total health costs attributable to fall-related injuries will practically triple in the next 50 years. Strategies to prevent the negative consequences of falls are needed. One such strategy is exercise [15,16].

Institutionalized older people have less capacity to exercise, and greater osteoarticular deterioration and

* Correspondence: merces@blanquerna.url.edu

† Contributed equally

¹Physiotherapy Research Group (GReFis), Blanquerna School of Health Science (Universitat Ramon Llull), Barcelona, Spain

Full list of author information is available at the end of the article

fatigue than non-institutionalized older people [3]. Improving their physical activity could increase their autonomy and help prevent falls [17-23]. Fighting sedentary attitudes and promoting physical exercise are growing challenges for physiotherapists and other health professionals working in nursing homes.

Whole body vibration is a type of physical exercise that consists of performing static and dynamic exercises on a platform. These effects of this type of exercise have been studied previously in two studies in nursing home residents [24,25]. The results of these interventions were not conclusive because there are differences in the study protocols and limitations in the study designs. Both studies analysed functional capacity and muscle performance but neither recorded the number of falls.

The aim of the present study is to assess the effect of whole-body vibration training on body balance comparing to exercise without vibration in institutionalized older persons. Secondly, we will evaluate the effects of training on muscular strength and prevention of falls in this population.

Methods/design

Study design

This study will be an open randomized, multicentre, and parallel clinical trial with evaluator-blinded. The details of this protocol are reported with CONSORT Statement [26]. Figure 1 presents the flow diagram of the study design. The study protocol was approved by the Ethic Committees of the *Corporació Sanitària Parc Taulí de Sabadell* and, the *Hospital Universitari Mútua de Terrassa*, Spain.

Participants

One-hundred and sixty volunteers' residents at ten nursing homes in Spain will be included over a period of eleven months (see Additional file 1: List of participating centres).

Clinicians at each nursing home will identify people eligible for the study according to the inclusion and exclusion criteria. Eligible people will be persons of both sexes of seventy-five years or older and living in a nursing home. Inclusions/exclusion criteria are shown in Table 1.

All participants will be informed about the intention of the study and the potential risks before signing the informed consent.

Interventions

Participants will be randomized to an experimental group (WBV group) or to a control group (exercise group). Participants in the WBV group will perform static/dynamic exercise (balance and resistance training) on a vibratory platform (Frequency: 30-35 Hz; Amplitude: 2-4 mm; Pro5 Airdaptive Model, Power Plate[®], The Netherlands). Participants in the exercise group will

performed the same static/dynamic exercises (balance and resistance training) as the WBV group but without the vibratory platform. Training will consist of 3 sessions per week over 6 weeks. Training volume will be increased progressively over this period. To prevent learning problems at the beginning of the training period, participants will receive an introductory practice session to become familiar with positioning on the vibration platform before the first session [27].

The physiotherapists from each nursing-home will be previously instructed about the study. Three external physiotherapists will verify therapeutic compliance once a week during the intervention and will provide any support needed.

Follow-up

All tests will be performed at baseline, at 6 weeks (at the end of the intervention

period), and 6 months after the end of the study (Figure 1).

Data concerning falls will be regularly collected from each nursing-home or from relatives if a participant moves to another address.

Outcome measures

The outcome assessment will be blinded. The two physiotherapists trained in the evaluation procedure will not know the allocation to intervention.

Primary outcome

• **Body Balance** Body balance outcome will be assessed using the Tinetti test [28] and the Timed Up & Go test (TUG) [29].

The Tinetti test has 16 items: 9 for body balance and 7 for gait. The score for each exercise ranges from 0 to 1 or 0 to 2. A lower score indicates poorer physical ability. The global score is 28: 16 is the maximum score for body balance and 12 is the maximum one for gait.

The Timed Up & Go test also assesses functional mobility. Participants stand up from a chair, walk 3 m as quickly and safely as possible, cross a marked line on the floor, turn around and then walk back and sit down in the chair [29]. The chair will be adjusted to the height of each person and will be fixed to the wall. The time taken to complete the task will be recorded.

Secondary outcomes

• **Muscle Performance** Muscle performance will be evaluated using five repetitions of the Sit-to-Stand test [30,31]. Subjects will be asked to stand up and sit down five times, as quickly as possible, with their arms folded across the chest. The chair will be adjusted to the height of each person and will be fixed to the wall. The time taken to complete the task will be recorded by chronometer. The maximum speed of each repetition and the average speed will be recorded using the Smart Coach encoder.

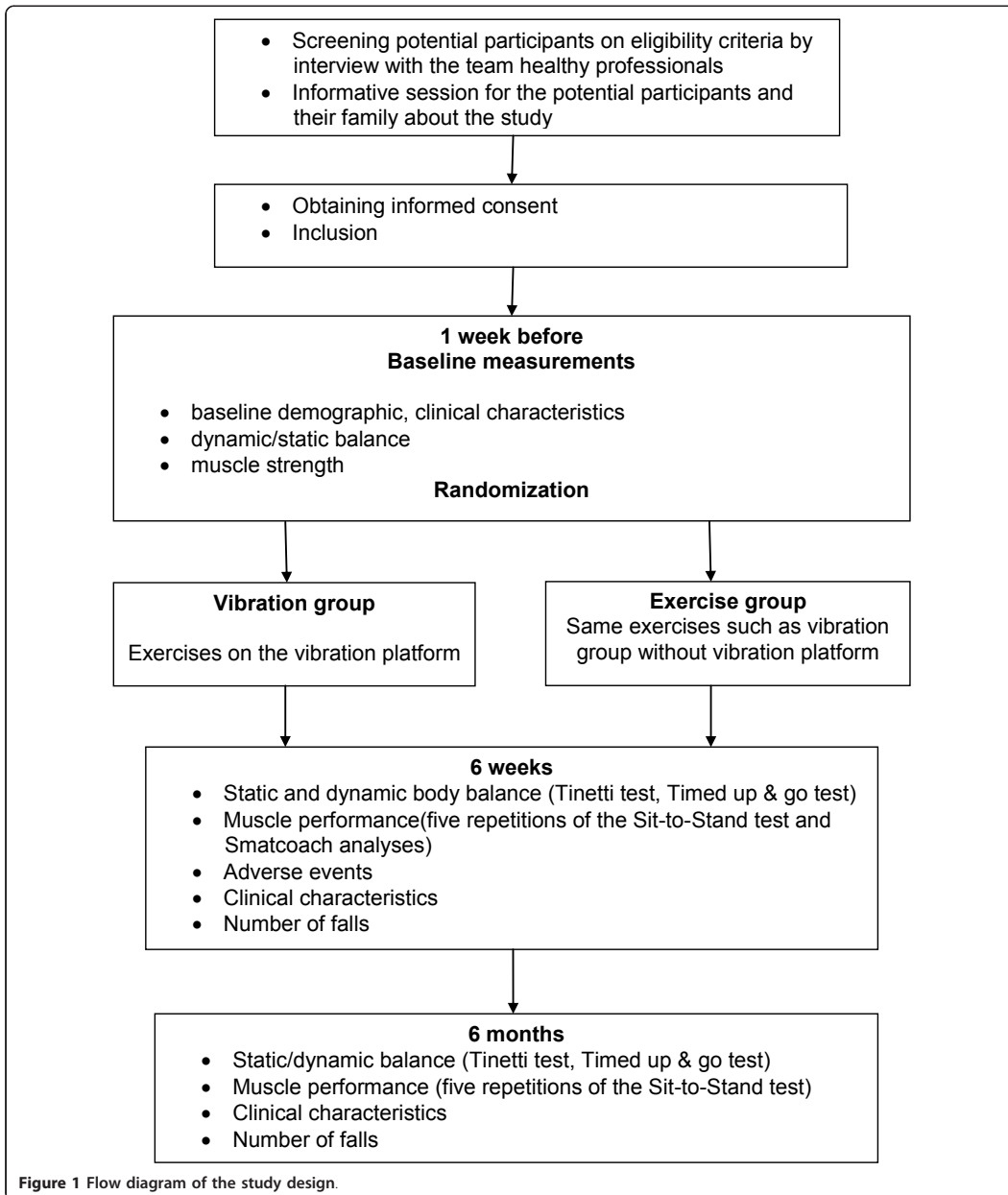


Table 1 Inclusion and exclusion criteria

Inclusion criteria	65 years and older institutionalized in a nursing home don't have physical and cognitive disorders that they cannot stand in a vibration platform would like to participate in the study
Exclusion criteria	acute disease (not resolved during 10 days) pacemaker epilepsy high risk of tromboembolism knee or hip prosthesis musculoskeletal disorders and cognitive or physical dysfunction interfering with test and training procedures

• **Number of falls** Any falls during the study will be recorded in a fall register developed specifically for the study.

Sample size

We calculated sample size was calculated assuming a difference of 5 points (SD 10) between the groups in the Tinetti test at the end of intervention. We considered a two-sided alpha level of 0.05, a statistical power of 80%, and 20% of losses [24,32]. The total number of estimated cases was 160 (80 in each group).

Randomization

A computer generated randomization list will be generated for participants at each nursing-home using the statistical software SPSS17. Allocation to treatment will be centralized by telephone. All the researchers will be blinded to the randomization sequence list.

Statistical methods

Efficacy will be analysed on an intention-to-treat (ITT) basis. Additionally, a 'per protocol' analysis will be performed. Missing values will be assigned the last available valid score. We will evaluate the effects of the intervention on each quantitative, qualitative and ordinal outcome using the "t" test, Mann-Witney test or the Chi-square test, depending on the type of outcome. The final analysis will be performed 6 weeks and 6 months after randomization. The number of falls over the 6-month period will be recorded.

Changes in body balance and muscle performance will be analysed 6 weeks and 6 months after starting the study using a two-way analysis of variance (ANOVA). Factors included will be the group (vibration or exercise group) and the time (at baseline and after six weeks of intervention), and the interaction between them. The software used will be SPSS17.

Discussion

WBV training is a type of physical exercise in which people perform various exercises in a squat position on a platform device. Several studies have shown promising results using this intervention in walking capacity, speed

of gait, body balance, and muscle strength in elder adults [33-40]. Only two trials have evaluated the feasibility of WBV in functional mobility and muscle performance in institutionalized older persons [24,25] to date. Both these trials were small and the variability of the study protocols, comparators, outcome measures and limitations in the studies design made it difficult to reach any definitive conclusions about the effectiveness of WBV in increasing functional capacity of older persons [41].

Our study design incorporates a significantly larger sample, implements randomization, allocation and blinded outcome assessment, and introduces a longer follow up than previous studies. We consider this design will reveal differences between the two study groups in balance and muscle strength, and secondarily, in preventing falls.

Additional material

Additional file 1: List of Spanish participants centres.

Acknowledgements

Mercè Sitjà i Rabert is a PhD candidate at the Universitat Autònoma de Barcelona, Spain.

We would like to acknowledge the contribution of Blanquerna School of Health Science (Universitat Ramon Llull) for their support to the first author, providing her a special leave to work on her thesis. We also thanks Tecnosport Condition SLU (Badalona, Spain) to give the Power plate vibration platforms for this study (Model Pro5 Airdaptive, Power Plate®) and Ms.Carolyn Newey (Institut de Recerca de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona) for help in the editing process of the manuscript.

This study is funded by the Institute for Older Persons and Social Services (IMSERSO), Spanish Ministry of Health, Social Policy and Equality, Project 180/2010.

Author details

¹Physiotherapy Research Group (GReFis), Blanquerna School of Health Science (Universitat Ramon Llull), Barcelona, Spain. ²Iberoamerican Cochrane Centre. Institute of Biomedical Research (IIB Sant Pau); Universitat Autònoma de Barcelona; CIBER Epidemiología y Salud Pública, CIBERESP, Barcelona, Spain. ³EUSES Health and Sport Sciences School, Universitat de Girona, Girona, Spain. ⁴Public Health and Clinical Epidemiology Service. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, Spain.

Authors' contributions

MSR and MJMZ develop the design of the randomized clinical trial. DRR and AFV provide the intervention support. FRA contributes to the methods of

muscular strength assessment. XBC provide the methodological support. All authors have read and approved the final manuscript.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests. The Tecnosport Condition SLU Company (Badalona, Spain) gives the Power plate vibration platforms for this study (Model Pro5 Airdaptive, Power Plate®). Authors have not received remuneration from Tecnosport Condition SLU Company. The clinical trial will be published independently of the positive or negative results.

Received: 19 October 2011 Accepted: 22 December 2011
Published: 22 December 2011

Forster A, Lambley R, Young JB: Is physical rehabilitation for older people in long-term care effective? Findings from a systematic review. *Age Ageing* 2010, **39**:169-175.

- Inouye SK, Studenski S, Tinetti ME, Kuchel GA: Geriatric syndromes: clinical, research, and policy implications of a core geriatric concept. *J Am Geriatr Soc* 2007, **55**(5):780-791.
- Walston J, Hadley EC, Ferruci L, Guralnik JM, Newman AB, Studenski SA, Ershler WB, Harris T, Fried LP: Research Agenda for Frailty in Older Adults: Toward a Better Understanding of Physiology and Etiology: Summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. *J Am Geriatr Soc* 2006, **59**:991-1001.
- Sharon K, Inouye SK, Studenski S, Tinetti ME, Kuchel GA: Geriatric Syndromes: Clinical, Research, and Policy Implications of a Core Geriatric Concept. *J Am Geriatr Soc* 2007, **55**:780-791.
- Bauer JM, Sieber CC: Sarcopenia and frailty: a clinician's controversial point of view. *Exp Gerontol* 2008, **43**(7):674-8. Epub 2008 Mar 25. Review.
- Fried L, Tangen CM, Walston J, et al: Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001, **56**:M146-M156.
- Englander F, Hodson TJ, Terregrossa RA: Economic dimensions of slip and fall injuries. *J Forensic Sci* 1996, **41**:733-746.
- Moller J: Projected costs of fall related injury to older persons due to demographic change in Australia. Commonwealth Department of Health and Ageing; 2004 [http://www6.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/1063D7B1A50DA9B5CA256F1900040484/\$File/falls_costs.pdf].
- Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ: Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc* 1994, **42**:1110-1117.
- Leipzig RM, Cumming RG, Tinetti ME: Drugs and falls in elder people: A systematic review and meta-analysis. I. Psychotropic drugs. *J Am Geriatr Soc* 1999, **47**:30.
- Leipzig RM, Cumming RG, Tinetti ME: Drugs and falls in elder people: A systematic review and meta-analysis. II. Cardiac and analgesic drugs. *J Am Geriatr Soc* 1999, **47**:40.
- Schuffham P, Chaplin S, Iegood R: Incidence and costs of unintentional falls in older people in the United Kingdom. *J Epidemiol Community Health* 2003, **57**:740-744.
- Englander F, Hodson TJ, Terregrossa RA: Economic dimensions of slip and fall injuries. *J Forensic Sci* 1996, **41**:733-746.
- Moller J: Projected costs of fall related injury to older persons due to demographic change in Australia. Commonwealth Department of Health and Ageing 2004.
- American Geriatrics Society, British geriatrics Society, American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel of Falls Prevention: Guideline for the prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 2001, **49**:664-672.
- Royal College of Nursing: Clinical practice guideline for the assessment and prevention of falls in older people. National Institute for Clinical Excellence (NICE); 2004 [http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/CG021fullguideline.pdf].
- Cameron ID, Murray GR, Gillespie LD, Robertson MC, Hill KD, Cummings RG, Kerse N: Interventions for preventing falls in older people in nursing care facilities and hospitals. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2010, **1**, Art. No: CD005465. DOI: 10.1002/14651858.CD005465.pub2.
- Forster A, Lambley R, Young JB: Is physical rehabilitation for older people in long-term care effective? Findings from a systematic review. *Age Ageing* 2010, **39**:169-175.
- Visvanathan R, Chapman I: Preventing sarcopaemia in older people. *Maturitas* 2010, **66**:383-388.
- Sherrington C, Whitney J, Lord S, Herbert R, Cumming R, Close J: Effective Exercise for the Prevention of Falls: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Investigation. J Am Geriatr Soc* 2008, **56**:2234-2243.
- Baker MK, Atlantis E, Fiatatone Singh MA: Multi-modal exercise programs for older adults. *Age Ageing* 2007, **36**:375-381.
- Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM: Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Res Rev* 2010, **9**(3):226-237.
- Howe TE, Rochester L, Jackson A, Banks PMH, Blair VA: Ejercicios para mejorar el equilibrio en ancianos (Revisión Cochrane traducida). *La Biblioteca Cochrane Plus* 2008, Número 2.
- Bruyère O, Wuidart MA, Di Palma E, Gourlay M, Ethgen O, Richey F, Reginster JY: Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Phys Med Rehabil* 2005, **86**:303-307.
- Bautmans I, Van Hees E, Lemper J, Mets T: The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatr* 2005, **5**:17.
- Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gøtzsche PC, Devereaux PJ, Elbourne D, Egger M, Altman DG: CONSORT 2010 Explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *J Clin Epidemiol* 2010, **63**:e1-e37.
- Cardinale M, Rittweger J: Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: fact or fiction? *Br Menopause Soc* 2006, **12**(1):12-18.
- Tinetti ME: Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1986, **34**:119-126.
- Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991, **39**:142-148.
- Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB: A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* 1994, **49**(2):M85-M94.
- Bohannon RW: Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. *Percept Mot Skills* 2006, **103**(1):215-222.
- Neira M, Rodríguez-Mañas L: Caidas repetidas en el medio residencial. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2006, **41**(4):201-206.
- Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Coudyzer W, Boonen S, Verschueren SM: Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007, **62**:630-635.
- Machado A, Garcia-Lopez D, Gonzalez-Gallego J, Garatachea N: Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2010, **20**(2):200-7.
- Corrie H, Brooke-Wavell K, Mansfield N, Griffiths V, D'Souza O, Morris R, et al: A randomised controlled trial on the effects of whole body vibration on muscle power in older people at risk of falling. *Osteoporos Int* 2007, **18**(Suppl 3): S253-S254.
- Trans T, Aaboe J, Henriksen M, Christensen R, Bliddal H, Lund H: Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. *Knee* 2009.
- Cheung WH, Mok HW, Qin L, Sze PC, Lee KM, Leung KS: High-frequency whole-body vibration improves balancing ability in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil* 2007, **88**:852-857.
- Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML: Effects of whole body vibration on postural steadiness in an older population. *J Sci Med Sport* 2009, **12**:440-444.
- Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML: Effects of whole-body vibration exercise on lower-extremity muscle strength and power in an older population: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2008, **88**:462-470.
- Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM: Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc* 2004, **52**:901-908.
- Merriman H, Jackson K: The effects of Whole-body vibration training in Aging Adults: A systematic review. *J Geriatr Phys Ther* 2009, **32**(3):134-145.

Sitjà-Rabert *et al.* *BMC Geriatrics* 2011, **11**:89
<http://www.biomedcentral.com/1471-2318/11/89>

Page 6 of 6

Pre-publication history

The pre-publication history for this paper can be accessed here:
<http://www.biomedcentral.com/1471-2318/11/89/prepub>

doi:10.1186/1471-2318-11-89

Cite this article as: Sitjà-Rabert *et al.*: Whole body vibration for older persons: an open randomized, multicentre, parallel, clinical trial. *BMC Geriatrics* 2011 11:89.

**Submit your next manuscript to BioMed Central
and take full advantage of:**

- Convenient online submission
- Thorough peer review
- No space constraints or color figure charges
- Immediate publication on acceptance
- Inclusion in PubMed, CAS, Scopus and Google Scholar
- Research which is freely available for redistribution

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



Tercera publicació

Sitjà Rabert M, Rigau Comas D, Fort Vanmeerhaeghe A, Santoyo Medina C, Roqué i Figuls M, Romero-Rodríguez D, Bonfill Cosp X. Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012, Issue 2. Art. No.: CD009097. DOI: 10.1002/14651858.CD009097.pub2.

L'entrenament amb vibracions de cos complet (Whole Body Vibration, WBV) mitjançant plataformes vibratòries pot ser una intervenció complementària als programes estàndards de rehabilitació física i sembla tenir beneficis potencials en el rendiment del sistema sensoriomotor en persones afectades de malalties neurodegeneratives. L'objectiu d'aquesta revisió ha estat avaluar l'eficàcia de WBV per millorar la funcionalitat en les activitats bàsiques de vida diària (AVD) en les persones afectades de malalties neurodegeneratives. A més, hem volgut avaluar el possible efecte de l'entrenament amb plataforma vibratòria en els signes i símptomes de la malaltia, en l'equilibri i la marxa, en el rendiment muscular, en la qualitat de vida i en els esdeveniments adversos que es puguin produir durant la intervenció.

Mètode: S'ha realitzat una cerca en les bases de dades electròniques: The Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) (The Cochrane Library, 2011 Issue 4), MEDLINE (1964 al 6 de maig de 2011; via PubMed), EMBASE (1980 al 6 de maig de 2011; via Ovid), PeDro (1929 al maig de 2011; via pàgina web), CINAHL (fins setembre de 2011; via Ovid) i PsycINFO (1806 al 6 de maig de 2011; via Ovid).

S'hi han inclòs assaigs controlats aleatoris que comparen una única sessió o múltiples sessions d'entrenament amb plataforma vibratòria respecte a una intervenció passiva, qualsevol altra intervenció física o una altra intervenció

realitzada amb plataforma vibratòria, però amb diferents paràmetres de vibració.

Dos revisors de manera independent van seleccionar els estudis per a la seva inclusió en la revisió, van avaluar-ne la qualitat i van extreure'n les dades. Els desacords es van resoldre mitjançant l'acord comú i en algun cas s'ha demanat l'opinió a un tercer revisor.

Resultats: s'hi han inclòs 10 assaigs, dels quals sis s'han centrat en la malaltia de Parkinson i quatre en l'esclerosi múltiple. Cap dels estudis analitzen la variable principal de la revisió: la millora funcional en les activitats de la vida diària.

Pel que fa a les persones afectades de la malaltia de Parkinson, els resultats de la metanàlisi, després de l'aplicació d'una única sessió de vibracions de cos sencer, demostra una millora significativa de la marxa (avaluada amb la prova Timed Up & Go test, TUG) en comparació amb una pauta d'exercicis en posició de bipedestació (diferència mitjana -3,09, IC del 95% -5,60 a -0,59, $p = 0,02$; $I^2 = 0\%$). No obstant això, l'entrenament durant unes quantes sessions amb plataforma vibratòria no va mostrar resultats significatius en comparació amb la teràpia física convencional en les variables de l'equilibri, simptomatologia de la malaltia (mesurada amb l'escala de la Unified Parkinson's Disease Rating Scale, UPDRS).

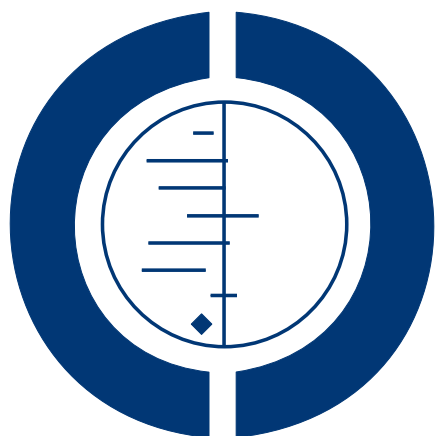
Pel que fa a les persones afectades d'esclerosi múltiple no hi ha evidència d'un efecte agut o crònic després de l'entrenament amb plataforma vibratòria en la deambulació, el rendiment muscular o la qualitat de vida. Alguns estudis van informar dels efectes adversos, i en aquest cas, la intervenció sembla ser segura.

Conclusió: no hi ha proves suficients dels efectes de l'entrenament amb plataformes vibratòries sobre el rendiment funcional dels pacients de malalties neurodegeneratives. A més, tant en la malaltia de Parkinson com

en l'esclerosi múltiple, no hi ha proves suficients sobre els seus efectes beneficiosos en el control de signes i símptomes de la malaltia, de l'equilibri, la marxa, la força muscular i la qualitat de vida tant en comparació amb un altre tractament físic actiu com en intervencions passives. Finalment, són necessaris més estudis que avaluïn tant la millora funcional en les activitats de la vida diària i sobretot que tinguin en compte una avaluació de la seva seguretat abans de recomanar la intervenció definitivament.

Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease (Review)

Sitjà Rabert M, Rigau Comas D, Fort Vanmeerhaeghe A, Santoyo Medina C, Roqué i Figuls M, Romero-Rodríguez D, Bonfill Cosp X



**THE COCHRANE
COLLABORATION®**

This is a reprint of a Cochrane review, prepared and maintained by The Cochrane Collaboration and published in *The Cochrane Library* 2012, Issue 2

<http://www.thecochranelibrary.com>



Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease (Review)
Copyright © 2012 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

TABLE OF CONTENTS

HEADER	1
ABSTRACT	1
PLAIN LANGUAGE SUMMARY	2
SUMMARY OF FINDINGS FOR THE MAIN COMPARISON	2
BACKGROUND	5
OBJECTIVES	5
METHODS	5
RESULTS	7
Figure 1.	9
Figure 2.	10
Figure 3.	12
Figure 4.	12
Figure 5.	13
Figure 6.	13
Figure 7.	13
ADDITIONAL SUMMARY OF FINDINGS	14
DISCUSSION	17
AUTHORS' CONCLUSIONS	19
ACKNOWLEDGEMENTS	20
REFERENCES	20
CHARACTERISTICS OF STUDIES	24
DATA AND ANALYSES	39
Analysis 1.1. Comparison 1 Whole-body vibration vs an active physical therapy (short-term effects) in Parkinson's disease, Outcome 1 Body balance (Functional Reach).	39
Analysis 1.2. Comparison 1 Whole-body vibration vs an active physical therapy (short-term effects) in Parkinson's disease, Outcome 2 Gait (Timed Up and Go test).	40
Analysis 2.1. Comparison 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease, Outcome 1 UPDRS III motor score.	41
Analysis 2.2. Comparison 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease, Outcome 2 Body balance (Berg Balance Scale and Tinetti test).	41
Analysis 2.3. Comparison 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease, Outcome 3 Gait (TUG test and Stand-walk-sit test).	42
APPENDICES	42
HISTORY	43
CONTRIBUTIONS OF AUTHORS	43
DECLARATIONS OF INTEREST	44
SOURCES OF SUPPORT	44
DIFFERENCES BETWEEN PROTOCOL AND REVIEW	44

[Intervention Review]

Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease

Mercè Sitjà Rabert¹, David Rigau Comas², Azahara Fort Vanmeerhaeghe³, Carme Santoyo Medina⁴, Marta Roqué i Figuls⁵, Daniel Romero-Rodríguez⁶, Xavier Bonfill Cosp⁷

¹Physiotherapy Department, Blanquerna School of Health Science, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Spain. ²Iberoamerican Cochrane Centre. Institute of Biomedical Research (IIB Sant Pau), CIBER Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Spain, Barcelona, Spain. ³EUSES Sports Science, Universitat de Girona, Girona, Spain. ⁴Physiotherapy Department, Blanquerna School of Health Science, Universitat Ramon Llull /Barcelona Day Hospital of the MS Foundation. CEMCat, Barcelona, Spain. ⁵Iberoamerican Cochrane Centre. Institute of Biomedical Research (IIB Sant Pau), Barcelona, CIBER Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Spain, Barcelona, Spain. ⁶EUSES Sports Science, Universitat de Girona, Girona, Spain. ⁷Iberoamerican Cochrane Centre - Institute of Biomedical Research (IIB Sant Pau), CIBER Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Spain - Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

Contact address: Mercè Sitjà Rabert, Physiotherapy Department, Blanquerna School of Health Science, Universitat Ramon Llull, C/Padilla, 226-232, Barcelona, Barcelona, 08026, Spain. MercedeSR@blanquerna.url.edu.

Editorial group: Cochrane Movement Disorders Group.

Publication status and date: New, published in Issue 2, 2012.

Review content assessed as up-to-date: 6 May 2011.

Citation: Sitjà Rabert M, Rigau Comas D, Fort Vanmeerhaeghe A, Santoyo Medina C, Roqué i Figuls M, Romero-Rodríguez D, Bonfill Cosp X. Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012, Issue 2. Art. No.: CD009097. DOI: 10.1002/14651858.CD009097.pub2.

Copyright © 2012 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

ABSTRACT

Background

Whole-body vibration (WBV) may be a complementary training to standard physical rehabilitation programmes and appears to have potential benefits in the sensorimotor system performance of patients with neurodegenerative diseases.

Objectives

The aim of this review was to examine the efficacy of WBV to improve functional performance according to basic activities of daily living (ADL) in neurodegenerative diseases. Additionally, we wanted to assess the possible effect on signs and symptoms of the disease, body balance, gait, muscle performance, quality of life and adverse events.

Search methods

We searched the following electronic databases: the Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) (*The Cochrane Library*, 2011 Issue 4), MEDLINE (1964 to 6 May 2011; via PubMed), EMBASE (1980 to 6 May 2011; via Ovid), PeDro (1929 to May 2011; via website), CINAHL (to September 2011; via Ovid) and PsycINFO (1806 to 6 May 2011; via Ovid).

Selection criteria

We included randomised controlled trials comparing single or multiple sessions of WBV to a passive intervention, any other active physical therapy or WBV with different vibration parameters.

Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease (Review)
Copyright © 2012 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

1

Data collection and analysis

Two review authors independently selected trials for inclusion, assessed trial quality and extracted data. Disagreement was resolved by discussion or, if necessary, referred to a third review author.

Main results

We included 10 trials, of which six focused on Parkinson's disease and four on multiple sclerosis. None of the studies reported data on the primary outcome (functional performance). In Parkinson's disease, after pooling two studies, a single session of WBV caused a significant improvement of gait measured using the Timed Up and Go test (TUG) in comparison to standing exercises (mean difference -3.09, 95% confidence interval -5.60 to -0.59; $P = 0.02$; $I^2 = 0\%$). Nevertheless, longer duration of WBV did not show significant results in comparison with physical therapy in body balance or signs and symptoms measured with the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS). In multiple sclerosis there was no evidence of a short-term or long-term effect of WBV on body balance, gait, muscle performance or quality of life.

Adverse events were reported in few trials. In those trials that reported them, the intervention appeared to be safe.

Authors' conclusions

There is insufficient evidence of the effect of WBV training on functional performance of neurodegenerative disease patients. Also, there is insufficient evidence regarding its beneficial effects on signs and symptoms of the disease, body balance, gait, muscle strength and quality of life compared to other active physical therapy or passive interventions in Parkinson's disease or multiple sclerosis. More studies assessing other functional tests and accurately assessing safety are needed before a definitive recommendation is established.

PLAIN LANGUAGE SUMMARY

Whole-body vibration platform training in patients with neurodegenerative diseases

Rehabilitation is considered to be a key symptomatic and supportive treatment for neurodegenerative diseases. Exercise training using vibratory platform (whole body vibration) has been recently introduced as a complementary treatment to rehabilitation. This review identified ten trials performing whole body vibration (WBV) in neurodegenerative diseases: six in Parkinson's disease and four in multiple sclerosis. Diversity in treatments and outcomes measures makes difficult to quantitatively compare the effect of WBV intervention across studies and to assess its efficacy. There is insufficient evidence to determine the potential benefits of WBV training in functional performance according to activities of daily life, body balance, signs and symptoms of disease, muscle performance, and quality of life in patients with neurodegenerative diseases. Adverse events were poorly reported in the included studies, but this kind of training seems to be a safe intervention. These conclusions are based on a small number of studies with a limited methodological quality.

SUMMARY OF FINDINGS FOR THE MAIN COMPARISON [Explanation]

Whole-body vibration compared to an active physical therapy (short-term effects) for neurodegenerative disease						
Patient or population: patients with neurodegenerative disease Settings: hospital and community Intervention: whole-body vibration Comparison: an active physical therapy (short-term effects)						
Outcomes	Illustrative comparative risks* (95% CI)		Relative effect (95% CI)	No of participants (studies)	Quality of the evidence (GRADE)	Comments
	Assumed risk	Corresponding risk				
An active physical therapy (short-term effects)						
Body balance Functional Reach test	The mean body balance ranged across groups from 242 to 245 mm	The mean body balance in the intervention groups was 19.83 higher (20.99 lower to 60.65 higher)		45 (2 studies)	⊕⊕○○ low ^{1,2}	
Gait Timed Up and Go test	The mean gait in the control groups was 15 seconds	The mean gait in the intervention groups was 3.09 lower (5.6 to 0.59 lower)		45 (2 studies)	⊕⊕○○ low ^{1,2}	
*The basis for the assumed risk (e.g. the median control risk across studies) is provided in footnotes. The corresponding risk (and its 95% confidence interval) is based on the assumed risk in the comparison group and the relative effect of the intervention (and its 95% CI). CI: confidence interval						
GRADE Working Group grades of evidence High quality: Further research is very unlikely to change our confidence in the estimate of effect. Moderate quality: Further research is likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and may change the estimate. Low quality: Further research is very likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and is likely to change the estimate. Very low quality: We are very uncertain about the estimate.						

¹ One study used a quasi-random design.

² Wide confidence intervals.

BACKGROUND

Neurodegenerative diseases represent a challenge from both a social and health care point of view. The clinical manifestations of this group of illnesses tend to be similar; they have an insidious beginning and become progressive, chronic and debilitating. The prevalence of neurodegenerative diseases varies broadly depending on the type of disease and geographical area (Ferri 2005; WHO/WFN 2004). Alzheimer's and Parkinson's disease are the most frequent neurodegenerative diseases and are estimated to affect up to 18 million and 6 million of people worldwide respectively (Schapira 1999; WHO/WFN 2004). Alzheimer's disease is characterised by a severe cortical atrophy and the triad of senile plaques, neurofibrillary tangles and neuropil threads. The motor and cognitive impairment characteristic of Parkinson's disease is caused by the loss of melanin-containing neurons and the presence of Lewy bodies in the substantia nigra and other pigmented nuclei of the brainstem. Since their incidence is age-related a substantial increase of this disease in developing countries such as India and China is expected in the coming years (WHO/WFN 2004).

Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) and multiple sclerosis are also considered neurodegenerative diseases. ALS is less frequent but is characterised by a selective degeneration of the upper and lower motor neurons that cause progressive weakness leading to paralysis and death within three to six years after the onset of the disease. Multiple sclerosis is an autoimmune disorder characterised by destruction of myelin in the central nervous system (CNS) and also axonal atrophy in the chronic progressive forms. It is the commonest non traumatic neurological disorder affecting young adults (Adams 1997). Although patient profile, physiopathology and some clinical features and therapeutic options differ broadly between neurodegenerative diseases, their common threats are a remarkable decline in functional capacity, the associated loss of independence and impairment of quality of life.

Physical rehabilitation is considered to be a key symptomatic and supportive treatment for neurodegenerative diseases, but the evidence to support its use is relatively poor (Khan 2008; Mehrholz 2010). The effect of vibration stimuli on the nervous and muscular system has been studied in different fields (Goetz 2009; Cardinale 2003) and has evolved into full body training known as Whole Body Vibration (WBV). Exercise training using vibratory platforms may be a complementary training to standard physical rehabilitation programmes. WBV provides a mechanical oscillation of a specific frequency and amplitude of displacement (Jordan 2005; Luo 2005; Cardinale 2006; Rehn 2007). It generates an oscillatory vertical motion (vertical platform) or a movement around a horizontal axis (oscillating platform) (Marín 2010). The contact surface of the platform transmits a vibration (in feet or hands) throughout the body. This vibration produces rapid changes in the length of the muscle and activates the myotatic reflex. The stretching of muscles is detected by the proprioceptors (mainly the neuromuscular spindles) thus activating the called tonic vibration reflex (Eklund 1966; Cardinale 2006).

The whole body vibration training has been studied in others populations. Current evidence suggests that exercise programmes (involving static or dynamic exercises, or both) on vibratory platforms have beneficial effects in older populations (Merriman 2009; Mikhael 2010; Tototy de Zepetnek 2009). It has been shown that vibration interventions with a low amplitude (ranging from 0.7 to 14 mm), a moderate frequency (ranging from 10 to 50 Hz) and short periods of exposure are safe and have beneficial effects on muscular strength (Bosco 1998; Cardinale 2006; Jordan 2005; Luo 2005), bone mineral density (Mikhael 2010; Tototy de Zepetnek 2009) and body balance in both young healthy and elderly populations (Merriman 2009). In addition WBV may have short-term effects, obtained immediately after a single session of vibration stimuli and long-term effects, obtained after regular vibration stimuli (multiple sessions) (Rehn 2007).

In recent years, some rehabilitation programmes have introduced vibratory platform training in neurodegenerative diseases such as Parkinson's disease or multiple sclerosis (Schuhfried 2005; Turbanski 2005). The aim of this review is to clarify the potential benefits of whole-body vibration training in the treatment of neurodegenerative diseases

OBJECTIVES

To examine the efficacy of WBV training for improving functionality and balance, decreasing symptoms and improving quality of life in neurodegenerative diseases.

METHODS

Criteria for considering studies for this review

Types of studies

We included randomised clinical trials (RCT) or quasi-randomised clinical trials.

Types of participants

We considered studies that included participants with any type of neurodegenerative diseases, such as Parkinson's disease, multiple sclerosis, amyotrophic lateral sclerosis (ALS), Alzheimer's disease, Huntington's chorea, etc. We grouped the effects of the interventions separately by illness.

Types of interventions

This review focused on any intervention with WBV which evaluated both short-term (single session) and long-term effects (multiple sessions). We included trials where WBV was compared to:

- a passive intervention (waiting list, non-treatment, usual lifestyle);
- any other active physical therapy intervention (balance programme, walking, resistance training etc.);
- another WBV intervention under different vibration parameters.

Types of outcome measures

Primary outcomes

- Functional performance according to basic activities of daily living (ADL)

Secondary outcomes

- Signs and symptoms of the disease
- Body balance: includes all the assessments (test, scale etc.) that analyse equilibrium, postural control or proprioception in a standing position
- Gait: includes all the measurements (test, scale etc.) that analyse the action of walking
- Muscle performance
- Quality of life
- Adverse events

Search methods for identification of studies

Electronic searches

We searched the following electronic databases: the Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) (*The Cochrane Library*, 2011 Issue 4), MEDLINE (1964 to 6 May 2011; via PubMed), EMBASE (1980 to 6 May 2011; via Ovid), PeDro (1929 to May 2011; via website), CINAHL (to September 2010; via Ovid) and PsycINFO (1806 to 6 May 2011; via Ovid). We applied no language restrictions.

We designed the following search strategy for MEDLINE (PubMed) and we modified this strategy to search the other databases (Appendix 1):

```
1 whole body vibration[tw] OR vibration exercise[tw] OR wbv[tw]
2 randomized controlled trial[pt] OR controlled clinical trial[pt] OR randomized[tiab] OR placebo[tiab] OR drug therapy[sh] OR randomly[tiab] OR trial[tiab] OR groups[tiab]
3 1 AND 2
```

Searching other resources

We handsearched conference proceedings from the World Physical Therapy Congress (World Confederation for Physical Therapy; <http://www.wcpt.org/>), Congreso Nacional de Neurología (Sociedad Española de Neurología; <http://www.sen.es/>), International Conference of the European Committee for Treatment and Research in Multiple Sclerosis (ECTRIMS; <http://www.ectrims.eu/>), World Parkinson Congress (<http://www.worldpdcongress.org/>) and International Conference on Alzheimer's and Parkinson's diseases (<http://www2.kenes.com/adpd/Pages/Home.aspx>). We reviewed conference proceedings from January 2002 to March 2011.

Additionally, we checked the reference lists from relevant studies to identify further eligible studies. We also identified ongoing and unpublished trials by contacting researchers in the field.

Data collection and analysis

Selection of studies

Two review authors independently screened the title, abstract and descriptors of references identified by the searches for possible inclusion and they obtained the full text of studies if required. We agreed the list of studies eligible for inclusion and in case of disagreements we called in a third review author to reach consensus.

Data extraction and management

We independently extracted data using a data extraction form which was designed and tested prior to use. Disagreement was resolved by discussion or, if necessary, referred to a third review author.

Assessment of risk of bias in included studies

Two review authors independently evaluated each study's risk of bias according to the criteria outlined in the *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (Higgins 2008). We evaluated the following domains: random sequence generation (selection bias); allocation concealment (selection bias); blinding (performance bias and detection bias); selective reporting (reporting bias); the description of the number and the causes of follow-up loss and other bias. We evaluated each criterion and assigned a judgement of low, unclear or high risk of bias, based on the information reported in each study. Review authors were not blinded to author and source institution of included studies. Disagreements were resolved by involving a third author. If necessary, we contacted study authors to obtain additional data for enhanced 'Risk of bias' assessment.

Measures of treatment effect

We measured treatment effect with mean differences for continuous outcomes when assessed with the same scale. We computed standardised mean differences when outcomes were measured with different scales (i.e. body balance measured with the Tinetti test and Berg Balance Scale).

Although we had planned to present absolute measures in relation to baseline risks observed in the included studies, this was ultimately not done due to poor reporting of data in studies.

Unit of analysis issues

For all included cross-over trials, we assessed the appropriateness of their analysis methods from their publications. Since all of them were adequately analysed using design-adjusted tests, we reported their statistical results, P values and conclusions in the results section with no modifications. Cross-over trials could not be pooled due to clinical heterogeneity in comparisons and outcomes.

Dealing with missing data

The studies included had low numbers of patients lost to follow-up. We analysed data as presented in the original trials, without assumptions regarding missing data.

Assessment of heterogeneity

We assessed clinical heterogeneity based on comparability of interventions and outcome measures. We only attempted pooling of data for clinically homogeneous trials. When appropriate, we assessed statistical heterogeneity using the I² statistic to determine heterogeneity observed across studies. I² values superior to 50% indicated the existence of substantial heterogeneity.

We organised the analyses and presentation of results according to the two subgroup analyses that had been planned in the protocol:

1. Type of neurodegenerative disease (Alzheimer’s disease, Parkinson’s disease, multiple sclerosis, ALS, others).
2. WBV training duration. We assessed the short-term effects of WBV training, defined as the effects immediately observed after application of a single WBV session and the long-term effects of WBV training, defined as a performance after regular WBV sessions (Rehn 2007).

Data synthesis

Whenever pooling of data was possible (i.e. the included trials assessing a common comparison provided adequate data for a specific outcome), we carried out a meta-analysis using the generic inverse variance method by means of a fixed-effect model. When pooling was not possible, we carried out a qualitative description and assessment of the results and conclusions of the included studies. We performed all statistical analyses with the Cochrane Review Manager (RevMan 5) statistical package (RevMan 2008), following the recommendations of the *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (Higgins 2008).

RESULTS

Description of studies

See: [Characteristics of included studies](#); [Characteristics of excluded studies](#).

See: [Characteristics of included studies](#); [Characteristics of excluded studies](#).

Results of the search

We retrieved the following results from the searches:

Source	Hits retrieved
MEDLINE	305
EMBASE	264
PeDro	27
CENTRAL (the Cochrane Central Register of Controlled Trials)	176
CINAHL	64
PsycINFO	52

(Continued)

World Physical Therapy Congress (World Confederation for Physical Therapy)	13
<i>Congreso Nacional de Neurología</i> (Sociedad Española de Neurología)	0
International Conference of the European Committee for Treatment and Research in Multiple Sclerosis (ECTRIMS) http://www.ectrims.eu/	0
World Parkinson Congress	1
International Conference on Alzheimer's and Parkinson's disease	1

The search strategies identified a total of 903 references. Removal of duplicates resulted in 573 references. We obtained 49 full-text studies for consideration and eventually excluded 39 of them.

Included studies

We included 10 studies with 264 participants. The effects of WBV were assessed in two different neurodegenerative diseases: Parkinson's disease (six trials) and multiple sclerosis (four trials). Seven trials used a parallel design (Arias 2009; Broekmans 2010; Chouza 2011; Ebersbach 2008; Haas 2006 (a); Schuhfried 2005; Turbanski 2005) and three used a cross-over design (Haas 2006 (b); Jackson 2008; Schyns 2009). Six trials studied the short-term effects of WBV in a single session (Chouza 2011; Haas 2006 (a); Haas 2006 (b); Jackson 2008; Schuhfried 2005; Turbanski 2005) and three trials studied the long-term effects of WBV (up to 20 weeks training programme) (Broekmans 2010; Ebersbach 2008; Schyns 2009). One trial presented short-term and long-term results for WBV, after a single session and after a five-week training programme (Arias 2009).

Participants

Six studies were conducted in patients with Parkinson's disease (Arias 2009; Chouza 2011; Ebersbach 2008; Haas 2006 (a); Haas 2006 (b); Turbanski 2005). The mean age of participants in these trials was 67.9 years and 31.5% of them were female. Four studies were conducted in patients with multiple sclerosis (Broekmans 2010; Jackson 2008; Schuhfried 2005; Schyns 2009). The mean age of participants in these trials was 48.9 years and 73.3% of them were female. No studies were conducted in others neurodegenerative diseases.

Interventions

Different vibration platform types were used in the included trials. Four studies used a rotational platform (oscillating platform) that rotates in a sinusoidal manner around an anteroposterior axis that thrusts the right and left legs upward alternately (Arias 2009; Chouza 2011; Ebersbach 2008; Jackson 2008). Two studies used a platform that generates vertical sinusoidal displacements (Broekmans 2010; Schyns 2009). Finally, four studies used a platform that performs a non harmonious generation of oscillating movements (random) in vertical and horizontal planes (transversal axis) (Haas 2006 (a); Haas 2006 (b); Schuhfried 2005; Turbanski 2005).

Vibration parameters in the rotational platform were diverse: vibratory frequency ranged from 2 to 26 Hz; amplitude ranged from 6 to 14 mm and vibration time per session ranged from 30 seconds to 5 minutes. The platform that generated vertical displacements used higher vibratory frequencies (ranging from 20 to 50 Hz) with an amplitude of 2.5 mm and a vibration time per session that ranged from 2.5 to 16.5 minutes. The platforms that generated a random vertical and horizontal movement used more homogeneous vibration parameters: vibratory frequency up to 6 Hz; amplitude of 3 mm and vibration time per session of 5 minutes.

Comparison

There were four trials that compared the effects of WBV to a passive intervention, mostly a resting period (Broekmans 2010; Haas 2006 (a); Haas 2006 (b); Schuhfried 2005). In four trials WBV was compared to active physical therapy interventions that included standard balance training, moderate walking, conventional resistance training or standing exercises (Arias 2009; Ebersbach 2008; Schyns 2009; Turbanski 2005). One trial compared two modali-

ties of WBV with different frequencies of vibration (Jackson 2008) and finally one trial compared different frequencies of vibration and standing exercises (Chouza 2011).

identified studies that included older persons were obtained in full text to ascertain if they provided data on any subgroup with a neurodegenerative disease.

Excluded studies

We excluded 39 trials after reading their full text. Reasons for exclusion are detailed in the Characteristics of excluded studies. The most frequent reason of exclusion was that the participants included were not patients with a neurodegenerative disease. All

Risk of bias in included studies

The assessments of methodological quality for the individual studies are detailed in the 'Risk of bias' tables included in the Characteristics of included studies and summarised in Figure 1 and Figure 2.

Figure 1.

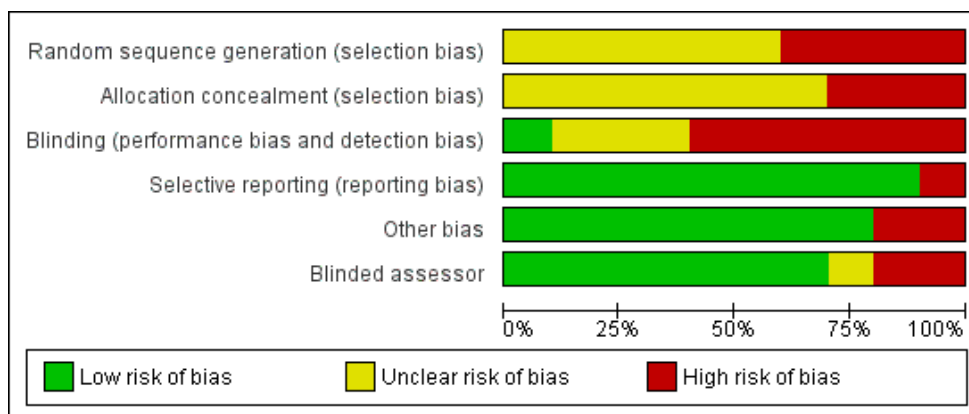


Figure 2.

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding (performance bias and detection bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias	Blinded assessor
Arias 2009	-	-	?	+	+	+
Broekmans 2010	?	?	-	+	+	-
Chouza 2011	?	?	?	+	+	+
Ebersbach 2008	-	-	-	+	+	+
Haas 2006 (a)	-	?	-	-	-	-
Haas 2006 (b)	?	?	-	+	-	+
Jackson 2008	?	?	-	+	+	+
Schuhfried 2005	?	?	+	+	+	+
Schyns 2009	-	-	-	+	+	+
Turbanski 2005	?	?	?	+	+	?

Overall, the methodological quality of the studies was low. None of the included studies reported an adequate method for randomisation sequence generation or concealed the intervention allocation.

Allocation

Three studies did not use an adequate method of allocation concealment (Arias 2009; Ebersbach 2008; Schyns 2009). The rest of the studies did not provide any information, so were of unclear risk of bias.

Blinding

One study blinded the intervention to the investigator but not to the patient (Schuhfried 2005). Six studies were open (Broekmans 2010; Ebersbach 2008; Haas 2006 (a); Haas 2006 (b); Jackson 2008; Schyns 2009) and three studies did not provide information about the blinded status of participants.

We paid special attention if the studies included a blind assessor because the characteristics of the intervention hamper any strategy to blind the intervention assignment to the investigators or participants. Overall, seven studies used a blinded assessor to evaluate all or some outcomes (Arias 2009; Chouza 2011; Ebersbach 2008; Haas 2006 (b); Jackson 2008; Schuhfried 2005; Schyns 2009). In two studies the outcome assessors were aware of the intervention assignment (Broekmans 2010; Haas 2006 (a)) and one study did not provide enough information.

Selective reporting

In nine studies (Arias 2009; Broekmans 2010; Chouza 2011; Ebersbach 2008; Jackson 2008; Haas 2006 (b); Schuhfried 2005; Schyns 2009; Turbanski 2005) the authors reported data on all outcomes. Nonetheless, in one study (Haas 2006 (a)) the authors reported data from only one of two pre-specified outcomes.

Other potential sources of bias

Seven studies were free of other potential sources of bias (Arias 2009; Broekmans 2010; Chouza 2011; Ebersbach 2008; Jackson 2008; Schuhfried 2005; Turbanski 2005). Two studies (Haas 2006 (a); Haas 2006 (b)) were affected by other sources of bias. In one of them (Haas 2006 (a)) the number of participants in each group was highly unbalanced (19 patients in the intervention group and nine patients in the control group). The second one (Haas 2006 (b)) used a cross-over design but without a wash-out period between intervention phases suggesting a carry-over effect. It is not clear if one study (Schyns 2009) was also affected by a carry-over effect because it had a two-week wash-out period between the four-week intervention phases.

Effects of interventions

See: [Summary of findings for the main comparison Whole-body vibration compared to an active physical therapy \(short-term effects\) for neurodegenerative disease](#); [Summary of findings 2 Whole-body vibration compared to an active physical therapy \(long-term effects\) for neurodegenerative disease](#)

None of the studies reported results for the primary outcome (functional performance according to basic activities of daily living (ADL)). We present the results for secondary outcomes grouped by type of neurodegenerative disease, by short-term or long-term effects of whole-body vibration (WBV) and finally by comparison group. Not all of the studies provided data on all secondary outcomes. Pooling of data was only attempted when clinical homogeneity was observed, regarding participants, active and control interventions and effect measures.

I. Results for Parkinson's disease

We analysed a total of six studies including 236 participants with Parkinson's disease (Arias 2009; Chouza 2011; Ebersbach 2008; Haas 2006 (a); Haas 2006 (b); Turbanski 2005).

I.1. Short-term effects of WBV

Five trials including 215 participants (Arias 2009; Chouza 2011; Haas 2006 (a); Haas 2006 (b); Turbanski 2005) studied the effects of a single session of WBV.

I.1.1. WBV compared to a passive intervention

Two studies compared the WBV with a passive intervention consisting of a resting period (Haas 2006 (a); Haas 2006 (b)).

Haas 2006 (a) included 26 participants and assessed proprioceptive performance as a measure of body balance using a tracking task based on knee extension and flexion movements. No significant differences were detected either between pre and post-tests or between experimental and control groups (only reported in graphics). Bradykinesia (a symptom of Parkinson's disease) was not properly detailed in the results of the publication.

Haas 2006 (b) included 68 participants and used a cross-over design. The study assessed signs and symptoms of the disease using the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) motor score at baseline and after both interventions (WBV or resting period). There was no wash-out period. The UPDRS motor score was significantly reduced ($P < 0.01$, two-way repeated measures ANOVA test) after WBV treatment, whereas no significant changes in UPDRS motor score were detected after the control period.

None of the studies reported data on adverse effects.

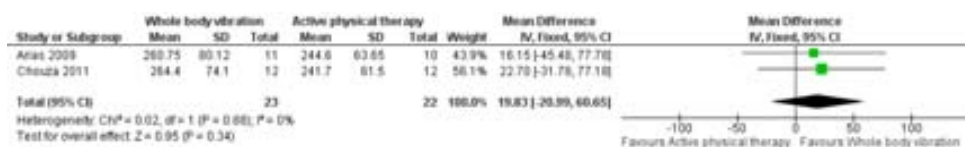
1.1.2. WBV compared to an active physical therapy intervention

Three studies compared WBV to an active physical therapy intervention. One study compared WBV with moderate walking (Turbanski 2005). Another study compared WBV with standing exercises (same set of exercises performed without vibration) (Arias 2009) and assessed both short-term and long-term effects. Finally, the third study compared different frequencies of vibration and standing exercises (same set of exercises performed without vibra-

tion) (Chouza 2011).

Two studies comparing WBV with standing exercises including a total of 45 participants assessed body balance with the Functional Reach test. The pooled mean difference for body balance was 19.83 (95% confidence interval (CI) -20.99 to 60.65; $P = 0.34$; Analysis 1.1; Figure 3) without evidence of statistical heterogeneity ($I^2 = 0\%$). No differences were observed between WBV group in comparison to standing exercise. Both studies had the same vibration parameters (frequency at 6 Hz and amplitude at 13 mm) and similar protocol intervention.

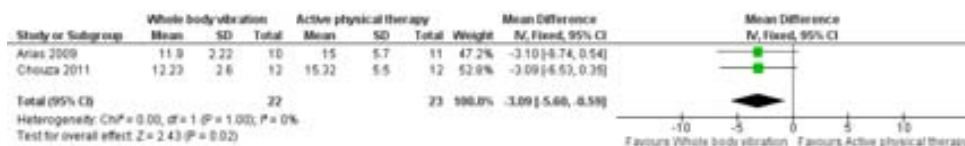
Figure 3. Forest plot of comparison: I Whole-body vibration vs an active physical therapy (short-term effects) in Parkinson's disease, outcome: I.1 Body balance (Functional Reach).



The third study, not included in the pooled analysis, reported the results of body balance using a different assessment measure (postural stability on a moving and unstable platform) (Turbanski 2005). This study included 52 participants assessed in two standardised conditions (narrow and tandem standing) on their ability to maintain postural stability on a moving and unstable platform. Postural stability was improved after WBV treatment in both positions but only significantly in the tandem standing ($P = 0.01$, from a two-way ANOVA test). Analyses of group differences resulted in

a significantly higher postural control improvement in the WBV group ($P = 0.04$, one-way ANOVA with Bonferroni correction). The two studies comparing WBV with standing exercises (45 participants) assessed gait with the Timed Up and Go (TUG) test (Arias 2009; Chouza 2011). The pooled mean difference for body gait was -3.09 (95% CI -5.60 to -0.59; $P = 0.02$; Analysis 1.2; Figure 4) with evidence of statistical heterogeneity ($I^2 = 0\%$). Gait was improved significantly in the WBV group in comparison to standing exercises.

Figure 4. Forest plot of comparison: I Whole-body vibration vs an active physical therapy (short-term effects) in Parkinson's disease, outcome: I.2 Gait (Timed Up and Go test).



None of the studies reported data on adverse effects.

1.2. Long-term effects of WBV

Two studies including 42 participants studied the effects of a long-

term WBV intervention (Arias 2009; Ebersbach 2008), both compared to an active physical therapy intervention.

1.2.1. WBV intervention compared to an active physical therapy intervention

Arias 2009 included 21 participants and compared WBV with standing exercises (same set of exercises performed without vibration). Ebersbach 2008 included 21 participants and compared WBV with standard balance exercises performed on a tilt board. These two studies assessed body balance and gait using different tests. We pooled results for these outcomes using a standardised mean difference (SMD).

No differences were found in the meta-analysis between WBV

compared to active physical therapy in signs/symptoms of the disease, body balance and gait. The two studies assessed signs and symptoms of the diseases by UPDRS III test (motor score) (Arias 2009; Ebersbach 2008). The pooled mean difference for UPDRS motor score was -0.81 (95% CI -4.68 to 3.07; P = 0.68; Analysis 2.1; Figure 5) without evidence of statistical heterogeneity (I² = 22%) at the end of the study. (No differences were observed between the two studies in body balance using the Berg Balance Scale (Arias 2009) and the Tinetti test (Ebersbach 2008), presenting a SMD of 0.36 (95% CI -0.26 to 0.97; P = 0.25; Analysis 2.2; Figure 6) without evidence of statistical heterogeneity (I² = 0%).

Figure 5. Forest plot of comparison: 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease, outcome: 2.1 UPDRS III motor score.

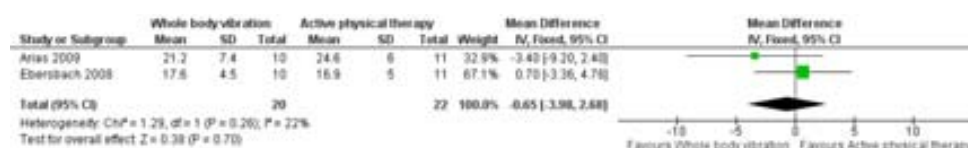
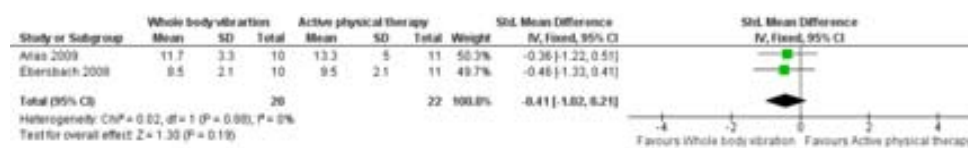


Figure 6. Forest plot of comparison: 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease, outcome: 2.2 Body balance (Berg Balance Scale and Tinetti test).



No differences were observed between the two studies in gait assessed by the TUG test (Arias 2009) and the stand-walk-sit test (Ebersbach 2008). The SMD was -0.41 (95% CI -1.02 to 0.21; P = 0.19; Analysis 2.3; Figure 7) without evidence of statistical heterogeneity (I² = 0%).

Figure 7. Forest plot of comparison: 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease, outcome: 2.3 Gait (TUG test and Stand-walk-sit test).



In addition, [Arias 2009](#) assessed quality of life using the PDQ-39 test (Parkinson's disease questionnaire) in the 21 participants and there were no differences between groups ($P = 0.143$, two-way ANOVA test).

None of the studies reported data on adverse effects.

2. Results for multiple sclerosis

We analysed a total of four studies including 62 participants with multiple sclerosis ([Broekmans 2010](#); [Jackson 2008](#); [Schuhfried 2005](#); [Schyns 2009](#)).

2.1. Short-term effects of WBV

Two trials including 27 participants studied the effects of a single session of WBV ([Jackson 2008](#); [Schuhfried 2005](#)). One study compared WBV with an active physical intervention consisting of standing exercises (in a squat position: slight flexion at the hips, knee and ankle joint) while applying a burst-transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on the non dominant forearm ([Schuhfried 2005](#)). The second study compared two WBV modalities with different vibration parameters ([Jackson 2008](#)). No trials comparing WBV with passive interventions were identified.

2.1.1. WBV compared to an active physical therapy intervention

[Schuhfried 2005](#) was conducted as a pilot study comparing WBV to standing exercises. A total of 12 participants assessed body balance with the Sensory Organization Test (SOT) and the Functional Reach test (FR). Gait was assessed using the TUG test. Values of change from baseline of these tests were not significantly different between groups ($P = 0.18$, Mann-Whitney U-test). All patients completed the study without any adverse effects except one patient who experienced increased fatigue (no details on which they group belonged to).

2.1.2. WBV compared to WBV with different vibration parameters

[Jackson 2008](#) conducted a cross-over study including 15 participants. Muscle performance was assessed with the maximal isometric torque (of knee extensors and flexors) using an isokinetic dynamometer (Biodex Medical Systems®). There were no significant differences in isometric torque between the 2 Hz and 26 Hz WBV

conditions (P value not presented for repeated measures analysis of variance). There were no adverse effects during the study.

2.2. Long-term effects of WBV

Two trials including 35 participants studied the effects of a long-term WBV intervention ([Broekmans 2010](#); [Schyns 2009](#)) compared with either passive intervention (usual lifestyle) ([Broekmans 2010](#)) or with an active physical therapy intervention (same set of exercises performed without vibration) ([Schyns 2009](#)).

2.2.1. WBV compared to a passive intervention

[Broekmans 2010](#) analysed 25 participants during 20 weeks. The assessment of body balance was done with the Berg Balance test and gait was assessed by the TUG test, the two-minute walk test and the 25-foot walk test. Finally, the muscle performance of knee extension was assessed through isokinetic dynamometer (Biodex Medical Systems®). No differences between groups were detected for any of the variables (maximal isometric knee-extensor and knee-flexor torque in both knee angles: group \times time effect, knee-extensors: 45°, $P = 0.07$; 90°, $P = 0.23$; knee-flexors: 45°, $P = 0.64$; 90°, $P = 0.57$); Berg Balance scale, $P = 0.15$; TUG test, $P = 0.26$; two-minute walk test, $P = 0.25$; 25-foot walk test, $P = 0.64$; all P values from a repeated measures ANOVA). Adverse events were not properly detailed in the publication.

2.2.2. WBV compared to any other active physical therapy intervention

[Schyns 2009](#) included 10 participants in a cross-over study. The authors provided the results by intervention group for the assessment of gait (measured with the TUG test and the 10-metre walk tests), muscle performance (maximal isometric force using a hand-held dynamometer) and quality of life (assessed by the Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29)). No statistically significant differences were found for any of these outcomes (TUG test, $P = 0.72$; 10-metre walk test, $P = 0.56$; muscle force: quadriceps (right) $P = 0.846$, hamstrings (right) $P = 1.00$; MSIS-29: Physical $P = 0.760$ and Psychological $P = 0.634$; all P values from Wilcoxon signed rank test). The results of assessing signs and symptoms of the disease with the Multiple Sclerosis Spasticity Scale MSSS-88 and the Modified Ashworth Scale were not provided. Adverse events were not properly detailed in the publication.

ADDITIONAL SUMMARY OF FINDINGS [Explanation]

Whole-body vibration compared to an active physical therapy (long-term effects) for neurodegenerative disease						
Patient or population: patients with neurodegenerative disease Settings: hospital and community Intervention: whole-body vibration Comparison: an active physical therapy (long-term effects)						
Outcomes	Illustrative comparative risks* (95% CI)		Relative effect (95% CI)	No of participants (studies)	Quality of the evidence (GRADE)	Comments
	Assumed risk	Corresponding risk				
An active physical therapy (long-term effects)						
Body balance Berg Balance Scale and Tinetti test	The mean body balance in the intervention groups was 0.36 standard deviations higher (0.26 lower to 0.97 higher)			42 (2 studies)	⊕○○○ very low ^{1,2}	SMD 0.36 (-0.26 to 0.97)
Gait Time Up and Go test and Stand-walk-sit test	The mean gait in the intervention groups was 0.41 standard deviations lower (1.02 lower to 0.21 higher)			42 (2 studies)	⊕○○○ very low ^{1,2}	SMD -0.41 (-1.02 to 0.21)
UPDRS III UPDRS scale (motor score). Scale from: 0 to 56.	The mean UPDRS III in the ranged across control groups from 17 to 25 points (3.98 lower to 2.68 higher)			42 (2 studies)	⊕○○○ very low ^{1,2}	

*The basis for the **assumed risk** (e.g. the median control group risk across studies) is provided in footnotes. The **corresponding risk** (and its 95% confidence interval) is based on the assumed risk in the comparison group and the **relative effect** of the intervention (and its 95% CI).
CI: confidence interval; **SMD**: standardised mean difference

GRADE Working Group grades of evidence

High quality: Further research is very unlikely to change our confidence in the estimate of effect.

Moderate quality: Further research is likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and may change the estimate.

Low quality: Further research is very likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and is likely to change the estimate.

Very low quality: We are very uncertain about the estimate.

¹ Both studies used a quasi-random design and had substantial losses to follow-up.

² Wide confident intervals.

DISCUSSION

Summary of main results

The aim of this review was to examine the efficacy of whole-body vibration (WBV) to improve functional performance according to basic activities of daily living (ADL) in neurodegenerative diseases. We included 10 studies, only focusing on Parkinson's disease (six trials) and multiple sclerosis (four trials), and assessing either a single training session (short-term effects) or multiple sessions over a period of time (long-term effects). None of the studies reported data on the primary outcome (functional performance) and it was only possible to analyse partial evidence regarding secondary outcomes.

Overall, methodological quality of the studies included in this review was low and inconsistent. Heterogeneity of interventions, outcome measures and units of measurement used in the included studies makes difficult to compare WBV parameters among studies and assess its efficacy. For these reasons, the evidence about its efficacy is weak and no strong conclusions can be derived.

Signs and symptoms

Signs and symptoms were analysed using different scales. For Parkinson's disease studies, bradykinesia was analysed either as a movement velocity of the knee or using the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) (specifically the UPDRS motor score) for a general assessment of signs and symptoms. For multiple sclerosis studies, the Multiple Sclerosis Spasticity Scale (MSSS-88) or the Modified Ashworth Scale was used.

Only two studies focusing on Parkinson's disease performed WBV in several training sessions compared to active physical therapy (same exercise programme without vibration or standard balance training). Comparative data from both studies related to signs and symptoms (UPDRS test) (Arias 2009; Ebersbach 2008) were analysed and no differences were found. Bradykinesia was measured in only one trial, but this parameter was not properly detailed in the results (Haas 2006 (b)).

Body balance

Most of the analysed studies have focused on functional mobility as the main outcome measure (most of the included trials assessed balance skill). Balance and gait impairment compromise the ability to perform ADL independently, and these limitations also lead to secondary complications such as falls and social isolation (Zijlstra 2010). Body balance is an outcome analysed with different tests such as the Functional Reach test, the Berg Balance Scale, the Tinetti test, posturography (Sensory Organization Test), the Nottingham Sensory Assessment and the Pull test score from the UPDRS score.

Regarding balance in Parkinson's disease and multiple sclerosis, both with single or multiple sessions, the analysis not showed a statistically significant differences between groups.

Gait

Gait was an outcome evaluated using different tests in the studies in this review, such as the Timed Up and Go (TUG) test, the stand-walk-sit test, the two-minute walk test, the 25-foot-walk test and the 10-metre-walk test, and even using a gait recording system analysing gait (m/s), cadence (steps/s), step amplitude (m) and turn time (s).

Our analysis shows an improvement for walking capacity in Parkinson's disease after one session of WBV training compared to active physical therapy (measured by TUG) with a wide confidence interval (from futility to clinical relevance). On the other hand, after multiple sessions of WBV a non significant trend to improvement in Parkinson's disease was registered and no differences among groups were found in multiple sclerosis. Despite this, it is necessary to be careful when drawing conclusions, since these results are based on few studies.

Muscle performance

Although muscle weakness is one of the most common symptoms of neurodegenerative diseases, it has been poorly reported in the studies included in our review. The maximal isometric torque was either recorded by an isokinetic dynamometer (Biodex Medical System) or a hand-held dynamometer (using a 'make test') only for multiple sclerosis, while this outcome was not assessed for Parkinson's disease.

Three of the four studies focusing on multiple sclerosis reported this outcome (Broekmans 2010; Jackson 2008; Schyns 2009) and two of them analysed the effect of multiple sessions of WBV (Broekmans 2010; Schyns 2009). The first one compared five weeks of WBV to an active physical therapy training programme (Schyns 2009). The second one compared 20 weeks of WBV to a passive intervention and analysed muscle performance using a protocol where volume and intensity were increased systematically according to the overload principle (Broekmans 2010). None of the studies showed a significant improvement in muscle capacity. Muscle weakness contributes to gait disturbances and postural instability and compromises the ability to perform ADL independently (Falvo 2008). Extended research is required to analyse this outcome on a long-term basis, in order to provide conclusions that are currently not feasible.

Quality of life

The individual perception of physical, mental and social effects of illness on daily living is one of the most important determinants

of overall quality of life (García 2000). In spite of this, quality of life was only evaluated in two trials. In the Parkinson's disease study, the Parkinson's disease questionnaire (PDQ) test was used (Arias 2009) and in the multiple sclerosis study, the MSIS-29 test (Schyns 2009) was employed. No studies showed a significant improvement after a WBV intervention compared to active physical therapy intervention.

Adverse events

Five studies using a single session did not report adverse events (Arias 2009; Chouza 2011; Haas 2006 (a); Haas 2006 (b); Turbanski 2005) and two studies showed no side effects associated with the WBV intervention (Jackson 2008; Schuhfried 2005). Jackson 2008 reported the case of a participant complaining from muscle fatigue.

Regarding the studies looking for long-term effects of WBV, two of them did not report adverse effects (Arias 2009; Ebersbach 2008), while the other two considered WBV to be safe but did not report this information in a proper way (Broekmans 2010; Schyns 2009).

Overall completeness and applicability of evidence

Participants

Participants' disability ranged from mild to moderate. In these cases, the main goal of the rehabilitation process was to maintain or improve functional capacity according to ADL. WBV seems to be a safe and applicable intervention for people with disabilities, facilitating balance, strength and body posture tasks.

Intervention

People suffering neurodegenerative diseases have physical limitations to the development of independent ADL, both at home and in community environments (Compston 2002). To improve these conditions, conventional physiotherapy modalities involve strength, balance and aerobic exercises, drawing up strategies to improve daily tasks such as gait or other functional actions, and quality of life (Keus 2007; Motl 2005; Rimmer 2010). Although physical exercise is an important element in rehabilitation and seems to be well tolerated in neurodegenerative disease patients, the evidence is poor because it is based on a limited number of studies with low methodological quality (Asano 2009; Dalgas 2008; Falvo 2008; Keus 2007; Rimmer 2010).

Physical exercise programmes applied in neurodegenerative disease patients are usually over 10 weeks (Dalgas 2008). Most of the studies included in this review had short training periods (three

to five weeks) (Arias 2009; Ebersbach 2008; Schyns 2009), with the exception of one trial with a 20-week training programme (Broekmans 2010). Most of the studies included in this review are consistent with the currently recommended number of training sessions per week for neurodegenerative diseases (two to three sessions/week) (Dalgas 2008; Falvo 2008). This is an important issue to consider since fatigue is a symptom of functional limitation in neurodegenerative diseases (Compston 2002), especially in people who have lower functional capacity (Garber CE 2003; Friedman 1993; Friedman 2001). In these patients, fatigue induced by the rehabilitation programme can even lead to increased inactivity and facilitate major physical deconditioning (Rimmer 2005). Some studies applying WBV in older people (Merriman 2009) showed that vibration therapy requires a shorter time per session compared to conventional interventions to achieve similar effects on balance and strength. This can be explained by the enhanced muscle activation associated with WBV (Abercromby 2007). Thus vibration platforms allow for important stimuli of proprioceptors when performing exercises in easy positions. This way a training programme can be performed with lower levels of muscle fatigue, achieving better adaptation of functional mobility compared to conventional therapy and with a low risk of negative effects in the workout process.

This review considers all kinds of vibration fluctuations, i.e. vertical, rotational and transversal axis. In a review of WBV, Marín 2010 points out the greater long-term effects of vertical vibration platforms compared to rotational platforms, although the latter have good effects in the short-term. Taking into account the important variability of the interventions and assessments carried out in the analysed studies, our review has not considered a subgroup evaluation by different platforms.

Outcomes

None of the analysed studies assessed functional performance with global scales. All the studies focused on more specific outcomes such as gait, balance, muscle strength and quality of life. Such great variability in testing procedures leads to a complex analysis of the obtained outcomes, which compromises their external validity.

Quality of the evidence

Overall methodological quality of the studies was deficient. In the first place, although all studies considered the use of a random sequence generation, only four declared the method used, which greatly increased the risk of bias.

Secondly, there was a lack of data on allocation concealment in most studies. Only three of them reported information about this item.

In physiotherapy studies it is difficult to blind investigators or participants and it is not possible to avoid performance bias. With the

aim of reducing some methodological limitations, seven studies used a blinded assessor to evaluate all or some outcomes. Eight studies were free of other biases but it should be noted that most studies had a small sample size. Additionally, there was heterogeneity between trials in terms of design (study duration, different tests or scales used) and characteristics of interventions (protocol training, exercises used), and these differences make it difficult to obtain a clinically significant outcome.

Finally, only five studies reported information about withdrawals, dropouts or losses to follow-up. Several studies did not describe adverse events of interest for this review.

Agreements and disagreements with other studies or reviews

There are three recent systematic reviews of WBV in neurodegenerative diseases, two focused on the effects of WBV in the Parkinson's disease population and one in a special population (including Parkinson's disease and multiple sclerosis patients but also in elderly, post-menopausal women and patients with stroke or spastic diplegia).

The most recent review shows the effects of WBV (including a chair providing vibration to the body) on sensorimotor performance in people with Parkinson's disease (Lau 2011). This review summarised the results of the trials in a narrative format with no pooled analysis and considered similar outcomes to our review. Although this review did not find any significant differences between multiple sessions of WBV and conventional exercise, the authors report a trend towards improved body balance with WBV. Another short review (Pinto 2010) summarised the results of the studies on WBV in patients with Parkinson's disease but they did not include authors' conclusions. Finally, a review of WBV in a mixed population (Madou 2008) also considered the effects on body balance, muscle strength and power, stability and gait, and bone mineral density. Although the authors combined the results of different studies they did not carry out a formal meta-analysis and did not disaggregate the results between unique and multiple-session interventions. They concluded that WBV seems to have positive effects on the analysed outcomes overall in special populations compared to resistance training and physiotherapy.

Our review has applied a sound methodology, reducing possible sources of bias and we performed a comprehensive search. Also, to our knowledge, this is the first systematic review of WBV in neurodegenerative disease patients with a meta-analysis. Our results corroborate those of the previous reviews.

AUTHORS' CONCLUSIONS

Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease (Review)
Copyright © 2012 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

Implications for practice

There is insufficient evidence to support the use of whole-body vibration (WBV) intervention in neurodegenerative disease patients. This review is based on a limited number of studies with several methodological shortcomings.

Implications for research

This review makes clear that further, longer studies are needed to assess the efficacy of WBV in neurodegenerative diseases, overcoming the limitations in the research so far, namely heterogeneity in trial designs, outcome measures and interventions. Also, future studies should be adequately powered and apply higher methodological standards (good generation random sequence, adequate allocation concealment and blinding of outcome assessment). Additionally, it is recommended that future studies are reported following the CONSORT extension for Non-pharmacological Treatment interventions (Boutron 2008).

It would be appropriate to consider the evaluation of patients' autonomy in future research. Most studies have explored walking and balance capacities with specific outcome measures. It is necessary to investigate further the effects of WBV on more global measures, such as functional health according to activities of daily living (ADL) (e.g. Barthel Scale, Functional Independence Measure, etc.), reduction of signs and symptoms such as fatigue and immobility, and quality of life.

Exercises to be performed should be thoroughly detailed in training protocols (e.g. high, deep, wide, wide stance squat and lunge) and should be performed with closed eyes, or introducing external objects that affect balance (e.g. fit balls, balloons, etc.), or introducing exercises adapting usual movements of daily life (Vreede 2004).

Muscle weakness is one of the contributing factors to postural instability and ability to perform ADL in Parkinson's disease (Corcos 1996). Taking this into account, it would be interesting to assess this parameter in future investigations in both Parkinson's disease and multiple sclerosis disorders.

Following the recommendations of the current evidence, it is important to evaluate the training protocol every four weeks in order to adjust the rehabilitation programme according to the evolution of the disease (Keus 2007). Another important point related to continuous assessment is the need for a fatigue follow-up control, before and after treatment. This last recommendation can be carried out by applying the Borg Test and a visual analogue scale (VAS) in each training session (Broekmans 2010). Finally, our review has not focused on residual effects of WBV training. Keeping in mind the prognosis of neurodegenerative diseases, it would be important to specify the duration of effects.

ACKNOWLEDGEMENTS

This review is part of the thesis of its first author, Mercè Sitjà-Rabert, PhD candidate at the Universitat Autònoma de Barcelona, Spain.

We would like to acknowledge the contribution of the Iberoamerican Cochrane Centre for its guidance in developing the review, Ivan Solà for his support in the searching and obtaining the articles, and Sera Tort for her assistance and help in the editing process of the review. We also thank the Blanquerna Faculty of Health Science (Universitat Ramon Llull) for their support to the first author, providing her special leave to work on her thesis.

REFERENCES

References to studies included in this review

- Arias 2009** *{published data only}*
Arias P, Chouza M, Vivas J, Cudeiro J. Effect of whole body vibration in Parkinson's disease: a controlled study. *Movement Disorders* 2009;**24**(6):891–8.
- Broekmans 2010** *{published data only}*
Broekmans T, Roelants M, Alders G, Feys P, Thijs H, Eijnde BO. Exploring the effects of a 20-week whole-body vibration training programme on leg muscle performance and functional persons with multiple sclerosis. *Journal of Rehabilitation Medicine* 2010;**42**:866–72.
- Chouza 2011** *{published data only}*
Chouza M, Arias P, Viñas S, Cudeiro J. Acute effects of whole-body vibration at 5, 6, and 9 Hz on balance and gait in patients with Parkinson's disease. *Movement Disorders* 2011;**26**(5):920–1.
- Ebersbach 2008** *{published data only}*
Ebersbach G, Edler D, Kaufhold O, Wissel J. Whole body vibration versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in Parkinson's disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2008;**89**(3):399–403.
- Haas 2006 (a)** *{published data only}*
Haas CT, Buhmann A, Turbanski S, Schmidtbleicher D. Proprioceptive and sensorimotor performance in Parkinson's disease. *Research in Sports Medicine* 2006;**14**(4):273–87.
- Haas 2006 (b)** *{published data only}*
Haas CT, Turbanski S, Kessler K, Schmidtbleicher D. The effects of random whole-body-vibration on motor symptoms in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation* 2006;**21**(1):29–36.
- Jackson 2008** *{published data only}*
Jackson KJ, Merriman HL, Vanderburgh PM, Brahler CJ. Acute effects of whole-body vibration on lower extremity muscle performance in persons with multiple sclerosis. *Journal of Neurologic Physical Therapy* 2008;**32**(4):171–6.
- Schuhfried 2005** *{published data only}*
Schuhfried O, Mittermaier C, Jovanovic T, Pieber K, Paternostro-Sluga T. Effects of whole-body vibration in

patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clinical Rehabilitation* 2005;**19**(5):834–42.

- Schyns 2009** *{published data only}*
Schyns F, Paul L, Finlay K, Ferguson C, Noble E. Vibration therapy in multiple sclerosis: a pilot study exploring its effects on tone, muscle force, sensation and functional performance. *Clinical Rehabilitation* 2009;**23**:771–81.
- Turbanski 2005** *{published data only}*
Turbanski S, Haas CT, Schmidtbleicher D, Friedrich A, Duisberg P. Effects of random whole-body vibration on postural control in Parkinson's disease. *Research in Sports Medicine* 2005;**13**(3):243–56.

References to studies excluded from this review

- Bautmans 2005** *{published data only}*
Bautmans I, Van Hees E, Lemper J, Mets T. The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatrics* 2005;**5**:17–24.
- Bedient 2009** *{published data only}*
Bedient AM, Adams JB, Edwards DA, Serravite DH, Huntsman E, Mow SE, et al. Displacement and frequency for maximizing power output resulting from a bout of whole-body vibration. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2009;**23**(6):1683–7.
- Bogaerts 2007 (a)** *{published data only}*
Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, Claessens AL, Boonen S. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial. *Gait Posture* 2007;**26**(2):309–16.
- Bogaerts 2007 (b)** *{published data only}*
Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Coudyzer W, Boonen S, Verschueren SM. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *Journal of Gerontology: Biological Sciences* 2007;**62**:630–5.

- Bogaerts 2009** *[published data only]*
Bogaerts AC, Delecluse C, Claessens AL, Troosters T, Boonen S, Verschueren SM. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). *Age and Ageing* 2009;**38**(4):448–54.
- Bogaerts 2011** *[published data only]*
Bogaerts A, Delecluse C, Boonen S, Claessens AL, Milisen K, Verschueren SM. Changes in balance, functional performance and fall risk following whole body vibration training and vitamin D supplementation in institutionalized elderly women. A 6 month randomized controlled trial. *Gait Posture* 2011;**33**(3):466–72.
- Brooke-Wavell 2009** *[published data only]*
Brooke-Wavell K, Mansfield NJ. Risks and benefits of whole body vibration training in older people. *Age and Ageing* 2009;**38**(3):254–5.
- Bruyere 2005** *[published data only]*
Bruyere O, Wuidart MA, Di Palma E, Gourlay M, Ethgen O, Richey F, et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2005;**86**(2):303–7.
- Cheung 2007** *[published data only]*
Cheung WH, Mok HW, Qin L, Sze PC, Lee KM, Leung KS. High-frequency whole-body vibration improves balancing ability in elderly women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2007;**88**:852–7.
- Corrie 2007** *[published data only]*
Corrie H, Brooke-Wavell K, Mansfield N, D'Souza O, Griffiths V, Morris R, et al. A randomised controlled trial on the effects of whole body vibration on muscle power in older people at risk of falling. *Osteoporosis International* 2007;**18**(Suppl 3):253–4.
- Cronin 2004** *[published data only]*
Cronin JB, Oliver M, McNair PJ. Muscle stiffness and injury effects of whole body vibration. *Physical Therapy in Sport* 2004;**5**(2):68–74.
- Edwards 2009** *[published data only]*
Edwards LC. Neurophysiological responses to whole body vibration. Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences 2009; Vol. 69, issue 12–A: 4669.
- Feland 2008** *[published data only]*
Feland J, Hopkins T, Hunter I, Johnson W. Hamstring stretching using a whole-body vibration platform. *British Journal of Sports Medicine* 2008;**42**(6):519.
- Feys 2006** *[published data only]*
Feys P, Helsen WF, Verschueren S, Swinnen SP, Klok I, Lavrysen A, et al. Online movement control in multiple sclerosis patients with tremor: effects of tendon vibration. *Movement Disorders* 2006;**21**(8):1148–53.
- Furness 2009** *[published data only]*
Furness TP, Maschette WE. Influence of whole body vibration platform frequency on neuromuscular performance of community-dwelling older adults. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2009;**23**(5):1508–13.
- Furness 2010** *[published data only]*
Furness TP, Maschette WE, Lorenzen C, Naughton GA, Williams MD. Efficacy of a whole-body vibration intervention on functional performance of community-dwelling older adults. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* 2010;**16**(7):795–7.
- Ghoseiri 2009** *[published data only]*
Ghoseiri K, Forogh B, Sanjari M, Bavi A. Effects of vibratory orthosis on balance in idiopathic Parkinson's disease. *Disability & Rehabilitation: Assistive Technology* 2009;**4**(1):58–63.
- Gusi 2006** *[published data only]*
Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2006;**7**:92–9.
- Holland 1965** *[published data only]*
Holland CL Jr. Human response to random vibration. Dissertation Abstracts 1965; Vol. 26, issue 2:1183–4.
- Hornick 1962** *[published data only]*
Hornick RJ. Effects of whole-body vibration in three directions upon human performance. *Journal of Engineering Psychology* 1962;**1**(3):93–101.
- Iwamoto 2005** *[published data only]*
Iwamoto J, Takeda T, Sato Y, Uzawa M. Effect of whole-body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover, and chronic back pain in post-menopausal osteoporotic women treated with alendronate. *Aging Clinical and Experimental Research* 2005;**17**:157–63.
- Jin 2007** *[published data only]*
Jin FY, Ruan XY. Mechanical vibration in the treatment of postmenopausal women with knee osteoarthritis. *Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research* 2007;**11**(40):8099–102.
- Johnson 2007** *[published data only]*
Johnson A. Whole-body vibration compared to traditional physical therapy in individuals with total knee arthroplasty. Faculty of Brigham Young University 2007.
- Kawanabe 2007** *[published data only]*
Kawanabe K, Kawashima A, Sashimoto I, Takeda T, Sato Y, Iwamoto J. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio Journal of Medicine* 2007;**56**(1):28–33.
- King 2009** *[published data only]*
King LK, Almeida QJ, Ahonen H. Short-term effects of vibration therapy on motor impairments in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation* 2009;**25**(4):297–306.
- Machado 2010** *[published data only]*
Machado A, Garcia-Lopez D, Gonzalez-Gallego J, Garatachea N. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-

- controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2010;**20**(2):200–7.
- Raimundo 2009** *[published data only]*
Raimundo AM, Gusi N, Tomas-Carus P. Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology* 2009;**106**(5):741–8.
- Rees 2007** *[published data only]*
Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. *Journal of Aging and Physical Activity* 2007;**15**:367–81.
- Rees 2008** *[published data only]*
Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of whole-body vibration exercise on lower-extremity muscle strength and power in an older population: a randomized clinical trial. *Physical Therapy* 2008;**88**:462–70.
- Rees 2009** *[published data only]*
Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of whole body vibration on postural steadiness in an older population. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2009;**12**(4):440–4.
- Roelants 2004** *[published data only]*
Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *Journal of the American Geriatrics Society* 2004;**52**(6):901–8.
- Rubin 2004** *[published data only]*
Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. *Journal of Bone and Mineral Research* 2004;**19**:343–51.
- Russo 2003** *[published data only]*
Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Guralnik JM, et al. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2003;**84**:1854–7.
- Savelberg 2007** *[published data only]*
Savelberg HH, Keizer HA, Meijer K. Whole-body vibration induced adaptation in knee extensors; consequences of initial strength, vibration frequency, and joint angle. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2007;**21**(2):589–93.
- Trans 2009** *[published data only]*
Trans T, Aaboe J, Henriksen M, Christensen R, Bliddal H, Lund H. Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. *Knee* 2009;**16**(4):256–61.
- Verschueren 2004** *[published data only]*
Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschueren D, Boonen S. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *Journal of Bone and Mineral Research* 2004;**19**:352–9.
- Verschueren 2011** *[published data only]*
Verschueren SM, Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Haentjens P, Vanderschueren D, et al. The effects of whole-body vibration training and vitamin D supplementation on muscle strength, muscle mass, and bone density in institutionalized elderly women: a 6-month randomized, controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research* 2011;**26**(1):42–9.
- Wigg 1999** *[published data only]*
Wigg A. The effect of whole body vibration on height. *Journal of Bone and Joint Surgery-British* 1999;**81**(Suppl 1):19.
- Wunderer 2010** *[published data only]*
Wunderer K, Schabrun SM, Chipchase LS. Effects of whole body vibration on strength and functional mobility in multiple sclerosis. *Physiotherapy Theory and Practice* 2010;**26**(6):374–84.

Additional references

- Abercromby 2007**
Abercromby AFJ, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exercise* 2007;**29**:1794–800.
- Adams 1997**
Adams RD, Victor M, Ropper AH. *Principles of Neurology*. 6th Edition. New York: McGraw Hill, 1997.
- Asano 2009**
Asano M, Dawes DJ, Arafah A, Moriello C, Mayo NE. What does a structured review of the effectiveness of exercise interventions for persons with multiple sclerosis tell us about the challenges of designing trials?. *Multiple Sclerosis* 2009;**15**:412–21.
- Bosco 1998**
Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O, Colli R, Tihanyi J, Von Duvillard SP, et al. The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biology of Sport* 1998;**15**(1):157–64.
- Boutron 2008**
Boutron F, Moher D, Altman DG, Schulz KF, Ravaud P. Extending the CONSORT Statement to Randomized Trials of Nonpharmacologic Treatment: Explanation and Elaboration. *Annals of Internal Medicine* 2008;**148**:295–9.
- Cardinale 2003**
Cardinale M, Bosco C. The Use of Vibration as an Exercise Intervention. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 2003;**31**(1):3–7.
- Cardinale 2006**
Cardinale M, Rittweger J. Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: fact or fiction?. *Journal of the British Menopause Society* 2006;**12**(1):12–8.
- Compston 2002**
Compston A, Coles A. Multiple sclerosis. *Lancet* 2002;**359**:1221–31.

Corcos 1996

Corcos DM, Chen CM, Quinn NP, McAuley J, Rothwell JC. Strength in Parkinson's disease: relationship to rate of force generation and clinical status. *Annals of Neurology* 1996;**39**:79-88.

Dalgas 2008

Dalgas U, Stenager E, Ingemann-Hansen T. Multiple sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance-, endurance- and combined training. *Multiple Sclerosis* 2008;**14**:35-53.

Eklund 1966

Eklund G, Hagbarth KE. Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Experimental Neurology* 1966;**16**(1):80.

Falvo 2008

Falvo MJ, Schilling BK, Earhart GM. Parkinson's disease and resistive exercise: rationale, review, and recommendations. *Movement Disorders* 2008;**23**(1):1-11.

Ferri 2005

Ferri CP, Prince M, Brayne C, Brodaty H, Fratiglioni L, Ganguli M, et al. Global prevalence of dementia: a Delphi consensus study. *Lancet* 2005;**366**(9503):2112-7.

García 2000

García P, McCarthy M. Measuring Health. A step in the development of city health profiles. World Health Organization. Copenhagen: Regional Office for Europe Copenhagen 2000.

Goetz 2009

Goetz CG. Jean-Martin Charcot and his vibratory chair for Parkinson disease. *Neurology* 2009;**73**:475-478.

Higgins 2008

Higgins JPT, Green S (editors). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.0.0. [updated February 2008] The Cochrane Collaboration, 2008. Available from www.cochrane-handbook.org.

Jordan 2005

Jordan MJ, Norris SR, Smith DJ, Herzog W. Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2005;**19**(2):459-66.

Keus 2007

Keus SH, Bloem BR, Hendriks EJ, Bredero-Cohen AB, Munneke M. Evidence-based analysis of physical therapy in Parkinson's disease with recommendations for practice and research. *Movement Disorders* 2007;**22**(4):451-60; quiz 600.

Khan 2008

Khan F, Turner-Stokes L, Ng L, Kilpatrick. Multidisciplinary rehabilitation for adults with multiple sclerosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007, Issue 2. [DOI: 10.1002/14651858.CD006036.pub2]

Lau 2011

Lau RW, Teo T, Yu F, Chung RC, Pang MY. Effects of whole-body vibration on sensorimotor performance in people with Parkinson disease: a systematic review. *Physical Therapy* 2011;**91**(2):198-209.

Luo 2005

Luo J, McNamara B, Moran K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine* 2005;**35**(1):23-41.

Madou 2008

Madou KH, Cronin JB. The effects of whole body vibration on physical and physiological capability in special populations. *Hong Kong Physiotherapy Journal* 2008;**26**:25-38.

Marín 2010

Marín PJ, Rhea MR. Effects of vibration training on muscle strength: a meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2010;**24**(2):548-56.

Mehrholz 2010

Mehrholz J, Friis R, Kugler J, Twork S, Storch A, Pohl M. Treadmill training for patients with Parkinson's disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2010, Issue 1. [DOI: 10.1002/14651858.CD007830.pub2]

Merriman 2009

Merriman H, Jackson K. The effects of whole-body vibration training in aging adults: a systematic review. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 2009;**32**(3):134-45.

Mikhael 2010

Mikhael M, Orr R, Fatarone Singh MA. The effect of whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: a systematic review of the literature. *Maturitas* 2010;**66**(2):150-7.

Motl 2005

Motl RW, McAuley E, Snook EM. Physical activity and multiple sclerosis: a meta-analysis. *Multiple Sclerosis* 2005;**11**:459-63.

Pinto 2010

Pinto NS, Monteiro MB, Meyer PF, Santos-Filho SD, Azevedo-Santos F, Bernardo RM, et al. The effects of whole-body vibration exercises in Parkinson's disease: a short review. *Journal of Medicine and Medical Science* 2010;**2**(1):594-600.

Rehn 2007

Rehn B, Lidström J, Skoglund J, Lindström B. Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2007;**17**(1):2-11.

RevMan 2008

The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration. Review Manager (RevMan). 5.0. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, 2008.

Rimmer 2005

Rimmer JH. Exercise and physical activity in persons aging with a physical disability. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* 2005;**16**:41-56.

Rimmer 2010

Rimmer JH, Chen MD, McCubbin JA, Drum C, Peterson J. Exercise intervention research on persons with disabilities: what we know and where we need to go. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 2010;**89**(3):249-63.

Schapira 1999

Schapira AH. Science, medicine, and future: Parkinson's disease. *BMJ* 1999;**318**:311–4.

Totosy de Zepetnek 2009

Totosy de Zepetnek JO, Giangregorio LM, Craven BC. Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: a review. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 2009;**46**(4):529–42.

Vreede 2004

Vreede PL, Samson MM, van Meeteren NL, van der Bom JG, Duursma SA, Verhaar HJ. Functional tasks exercise versus resistance exercise to improve daily function in older women: a feasibility study. *Archives of Physical Therapy* 2004;**85**:1952–60.

WHO/WFN 2004

World Health Organization, World Federation of Neurology. *Atlas: Country Resources for Neurological Disorders*. Geneva: World Health Organization, 2004.

* Indicates the major publication for the study

CHARACTERISTICS OF STUDIES

Characteristics of included studies [ordered by study ID]

Arias 2009

Methods	Quasi-random clinical trial Parallel, unicentric Losses: 2 of 23 (8.7%)
Participants	Setting: community, Spain Randomised = 23; assessed = 21 Demographic characteristics given over 21 participants Age: intervention group: mean 66.5 (SD 5.57) years; comparison group: mean 66.9 (SD 11.11) years Sex: intervention group: female 40%; comparison group: female 45.4% Inclusion criteria: Parkinson's disease (based on medical records); lack of dementia (MMSE \geq 24); lack of artromuscular deficit or joint prosthesis; be able to cope with OFF periods
Interventions	1. 12 WBV sessions over 5 weeks on non-consecutive days. Each session included 5 sets of vibration (6 Hz) 1 minute each and 1-minute rest between sets 2. Comparison: same schedule but standing on platform and vibration was not applied All participants were asked to stand on platform with the knees slightly bent
Outcomes	Body Balance (Berg balance test (score), Functional Reach (mm)) Gait (velocity (m/s), cadence (steps/s), step amplitude(m), turn time(s), TUG test (s)) Signs and symptoms of the disease (UPDRS, total and motor score) Quality of life (PDQ-39 (score)) Others: pegboard test (number of pegs)
Notes	All other physical therapies usually undergone by the patients were cancelled during the duration of the study. Patients did not change their medication and intervention started 30 to 45 min after dose intake (when patients confirmed ON periods) For intra-session evaluation patients (short-term effects) were evaluated during the ON periods. For the effect of the programme (long-term effects) patients were evaluated during their OFF periods, except in the Parkinson's disease questionnaire (PDQ-39) which was evaluated during ON periods

Risk of bias

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	High risk	Patients were allocated to either experimental or placebo group based upon an ABBA (A: experimental; B: placebo) distribution model
Allocation concealment (selection bias)	High risk	ABBA distribution model

Arias 2009 (Continued)

Blinding (performance bias and detection bias) All outcomes	Unclear risk	It is not clear if patients were blinded to the intervention because they adopted the same position but vibration was not applied
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	All analysed outcomes included in the published report
Other bias	Low risk	No other risks of bias detected
Blinded assessor	Low risk	All evaluations were performed by researchers blind to protocol and group assignment

Brockmans 2010

Methods	RCT Parallel Losses: 2 of 25 (8%)
Participants	Setting: community, Belgium Randomised = 25; assessed = 23 Demographic characteristics given over 25 participants Age: intervention group: mean 46.1 (SE 2.1) years; comparison group: mean 49.7 (SE 3.3) years Sex: intervention group: female 63.6%; comparison group: female 78.6% Inclusion criteria: community-based patients with multiple sclerosis residing in Hasselt region (Belgium) Exclusion criteria: > 3 relapses in the preceding 1 year or > 1.0 Expanded Disability Status Scale (EDSS) increase in the preceding year; corticosteroid treatment 28 days before the study start; pregnancy; severe psychiatric disorders; internal materials for bone fixation and/or total joint replacements; any contra-indication for light to moderately intense physical exercise
Interventions	1. 5 WBV sessions every 2 weeks over 20 weeks. Each session included a progressive series of exercises with a rest period ranging from 2 min to 30 sec between exercises. Vibration was delivered at a range of 20 to 45 Hz and amplitude of 2.5 mm 2. Comparison: usual lifestyle
Outcomes	Body Balance (Berg balance test (score)) Gait (TUG test (s), 2-minute walk test (m), the 25-foot walk test (s)) Muscle performance (maximal isometric torque (Nm), maximal dynamic torque (Nm), maximal strength endurance (J), maximal speed of movement of knee extension (°/s), all through isokinetic dynamometer - Biodex Medical Systems®)
Notes	Each WBV exercise session lasted for a maximum of 50 min including warming up and cooling down that involved stretching of the major lower limb muscle groups All muscle performance tests assessed maximal voluntary unilateral knee strength of the right leg. Data were available for isometric torque of knee extensors and flexors at 45° and

Broekmans 2010 (Continued)

	90°, for dynamic torque of knee extensor at a velocity of 60°/sec, for strength endurance at a velocity of 180°/sec	
Risk of bias		
Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Blinding (performance bias and detection bias) All outcomes	High risk	Not blinded
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	All analysed outcomes included in the published report
Other bias	Low risk	No other risks of bias detected
Blinded assessor	High risk	Only the neurologist who determined the Expanded Disability Status Scale (EDSS) score was blinded

Chouza 2011

Methods	RCT Parallel Losses: none
Participants	Setting: unknown, Spain Randomised = 48; assessed = 48 Demographic characteristics given over 48 participants Age: intervention group 1: mean 68.92 (SD 7.86) years; sex: intervention group 1: female 66.6% Age: intervention group 2: mean 67.7 (SD 10.98) years; sex: intervention group 2: female 50% Age: intervention group 3: mean 74.5 (SD 5.42) years; sex: intervention group 3: female 58.3% Age: intervention group 4: mean 67.42 (SD 6.11) years; sex: intervention group 4: female 50% Inclusion criteria: idiopathic Parkinson's disease Exclusion criteria: had any other disease or impairment potentially affected the validity of the results
Interventions	Group 1: a single WBV session delivered at 3 Hz (amplitude of 13 mm), during 5 sets of 1 min each (interser rest period of 1 min) Group 2: a single WBV session delivered at 6 Hz (amplitude of 13 mm), during 5 sets

Chouza 2011 (Continued)

	of 1 min each (interser rest period of 1 min) Group 3: a single WBV session delivered at 9 Hz (amplitude of 13 mm), during 5 sets of 1 min each (interser rest period of 1 min) Group 4: patients performed the same exercises without vibration (with the knees slightly flexed)	
Outcomes	Body balance (Functional Reach test (mm)) Gait (TUG test (s))	
Notes	All patients were tested in the ON phase This study was published as a letter to the editor	
<i>Risk of bias</i>		
Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Blinding (performance bias and detection bias) All outcomes	Unclear risk	No information provided
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	All analysed outcomes included in the published report
Other bias	Low risk	No other risks of bias detected
Blinded assessor	Low risk	Examiners were blind to protocol and group assignment

Ebersbach 2008

Methods	Quasi-random clinical trial Parallel, unicentric Losses: 6 of 27 (22.2%)
Participants	Setting: hospital, Germany Randomised = 27; assessed = 21 Demographic characteristics given over 21 participants. Age: intervention group: mean 72.5 (SD 6.0) years; comparison group: mean 75.0 (SD 6.8) years Sex: intervention group: female 30%; comparison group: female 36.4% Inclusion criteria: idiopathic Parkinson's disease (diagnosed according to standard clinical criteria); clinical evidence for imbalance, scoring at least 1 point on item 30 of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) while being on optimised and stable medical treatment Exclusion criteria: severe response fluctuations or other conditions requiring modification

Ebersbach 2008 (Continued)

	of medication, dementia, balance impairment due to other disease and severe dyskinesia interfering with posturographic assessments
Interventions	1. WBV sessions over 3 weeks (a total of 30): 5 days a week, twice a day. Each session included 15 minutes of vibration, delivered to frequency of 25 Hz and to an amplitude ranging from 7 to 14 mm Patients stand with slightly bended knees and hips while WBV is delivered and are instructed not to hold onto the railing during WBV 2. Comparison: standard balance training including exercises on a tilt board
Outcomes	Body Balance (Tinetti balance scale (score), Pull test score, Posturography (mm)) Gait (time to walk 10 m (s), stand-walk-sit (s)) Signs and symptoms of the diseases (UPDRS motor score)
Notes	All patients received standard therapy comprising 3 sessions a day (5 days a week, 40 minutes a session) including relaxation techniques (group exercises focusing on muscle-stretching, relaxation and body perception), speech therapy and occupational therapy All patients were tested in the ON phase

Risk of bias

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	High risk	Alternating allocation
Allocation concealment (selection bias)	High risk	Alternating allocation
Blinding (performance bias and detection bias) All outcomes	High risk	Not blinded
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	All analysed outcomes included in the published report
Other bias	Low risk	No other risks of bias detected
Blinded assessor	Low risk	Only Tinetti balance scale and UPDRS tests were measured by a neurologist who was blinded to the group allocation

Haas 2006 (a)

Methods	Quasi-random clinical trial Parallel, unicentric Losses: 2 of 28 (7.1%)
Participants	Setting: unknown, Germany Randomised = 28; assessed = 26 Demographic characteristics given over 28 participants Age: in both groups averaged 63.1 years Sex: unknown Inclusion criteria: idiopathic Parkinson's disease Exclusion criteria: dementia; cerebellar signs; abnormal brain imaging; or fundamental co-morbidities like neuropathy, muscle or joint diseases, dyskinesias, sustainable leg or postural tremor, and strong asymmetrical symptom structure
Interventions	Group 1: a single WBV session delivered at 6 Hz (5 vibration series of 1 minute each and 1-minute break between them) Group 2: resting period of 15 min
Outcomes	Body balance: proprioception (°) Signs and symptoms of the disease: bradykinesia (movement velocity to knee flexion and vice versa (timing))
Notes	All patients were tested in the ON phase

Risk of bias

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	High risk	Patients were quasi-randomly subdivided into groups
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Blinding (performance bias and detection bias) All outcomes	High risk	Not blinded
Selective reporting (reporting bias)	High risk	Do not report results of movement velocity
Other bias	High risk	Unbalanced groups (19 patients in intervention group and 9 patients in control group)
Blinded assessor	High risk	Not blinded

Haas 2006 (b)

Methods	RCT Cross-over Losses: none	
Participants	Setting: community, Germany Randomised = 68; assessed = 68 Demographic characteristics given over 68 participants Age: mean 65.0 (SD 7.8) years Sex: female 22% Inclusion criteria: diagnosis of Parkinson's disease on the basis of unilateral onset, asymmetric motor symptoms, symptom relief by dopaminergic treatment, and absence of atypical clinical signs such as severe orthostatic hypotension, cerebellar or pyramidal signs, early falls or gaze abnormalities, and normal brain imaging Exclusion criteria: patients with dementia or other diseases impairing gait, stance or coordination (e.g. neuropathy, muscle or joint disease), unable to stand unsupported	
Interventions	Group 1: a single WBV session delivered at 6 Hz and at an amplitude of 3 mm (5 vibration series of 1 minute each and 1-minute break between them); then a resting period Group 2: received first the resting period and WBV session thereafter (same delivery schedule)	
Outcomes	Signs and symptoms of the disease (UPDRS, motor score)	
Notes	To exclude the influence of medication all patients were withdrawn from L-DOPA over night (> 12 hours). Patients were not withdrawn from dopamine agonists All patients were tested in the ON phase	
<i>Risk of bias</i>		
Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Blinding (performance bias and detection bias) All outcomes	High risk	Not blinded
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	All analysed outcomes included in the published report
Other bias	High risk	There is no wash-out period between intervention phases that may lead to a carry-over effect
Blinded assessor	Low risk	Scoring was carried out by an assessor blinded to the treatment status of the patient

Jackson 2008

Methods	RCT Cross-over, unicentric Losses: none
Participants	Setting: community, US Randomised = 15; assessed = 15 Demographic characteristics given over 15 participants Age: mean 54.6 (SD 9.6) years Sex: female 80% Inclusion criteria: a confirmed diagnosis of multiple sclerosis, ability to ambulate 10 m with or without assistive device with no more than contact guard assistance, ability to stand for a minimum of 5 minutes with upper extremity support Exclusion criteria: thrombosis, acute inflammation, acute tendinopathy, recent (less than 6 months) fractures, gallstones, implants, surgery, wound/scar, hernia or discopathy, diabetic retinopathy, epilepsy, pacemaker, pregnancy, total joint replacement, or the presence of any other neurological condition
Interventions	Group 1: a single WBV session delivered at 2 Hz first and then at 26 Hz (amplitude of 6 mm), during 30 sec each Group 2: received the alternate vibratory frequency All participants were asked to stand on platform with the knees slightly bent There was a 1-week period between sessions
Outcomes	Muscle performance (maximal isometric torque of knee extensors and flexors (Nm)) all through isokinetic dynamometer - Biodex Medical Systems®
Notes	All assessments were performed at 1, 10 and 20 minutes after intervention

Risk of bias

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Blinding (performance bias and detection bias) All outcomes	High risk	Not blinded
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	All analysed outcomes included in the published report
Other bias	Low risk	No other risks of bias detected
Blinded assessor	Low risk	The investigator responsible for performing the muscle testing was blinded to the type of intervention

Schuhfried 2005

Methods	RCT Parallel, unicentric Losses: none
Participants	Setting: community, Austria Randomised = 12; assessed = 12 Demographic characteristics given over 21 participants Age: intervention group: mean 49.3 (SD 13.3) years; comparison group: mean 46.0 (SD 12.7) years Sex: intervention group: female 83.3%; comparison group: female 66.6% Inclusion criteria: multiple sclerosis with a score ≤ 5 on Kurtzke's Expanded Disability Status Scale (EDSS), with balance disorders, gait insecurities and/or ataxia. The patients needed to stand independently, without assistive devices or external support Exclusion criteria: pregnancy, electronic implants such as pacemakers, artificial heart valves, epilepsy, malignant tumours, endoprosthesis, recent fracture (less than 6 months), osteoporosis with vertebral body fracture, thrombosis, therapy with anticoagulant medication, relapse of multiple sclerosis in the last 2 months and refusal to participate
Interventions	Group 1: a single WBV session delivered at 2 to 4.4 Hz and at an amplitude of 3 mm (5 vibration series of 1 minute each and 1-minute break between them) Group 2: standing exercises (with slight flexion at the hips, knees and ankle joints) while transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in the forearm
Outcomes	Body Balance (posturography through the Sensory Organization Test (points), Functional Reach test (mm)) Gait (TUG test (s))
Notes	All assessments were performed at 15 minutes, 1 and 2 weeks after intervention

Risk of bias

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Blinding (performance bias and detection bias) All outcomes	Low risk	The interventions were performed by a professional not involved in the study. Patients not blinded
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	All analysed outcomes included in the published report
Other bias	Low risk	No other risks of bias detected
Blinded assessor	Low risk	All outcome assessments were obtained in blinded conditions

Schyns 2009

Methods	Quasi-random clinical trial Cross-over study, unicentric Losses: 4 of 16 (25%)	
Participants	Setting: community, Scotland (United Kingdom) Randomised = 16; assessed = 12 or 10 (variable depending on the outcome) Age: group 1: mean 45.8 (SD 8.4) years; group 2: mean 45.5 (SD 6.14) years Sex: group 1: female 62.5%; group 2: female 87.5% Inclusion criteria: confirmed diagnosis of multiple sclerosis (disability level between 1 and 6 on the Hauser Ambulation Index); at least 1 of the following symptoms: abnormal muscle tone, lower limb weakness, altered sensation and/or proprioception Exclusion criteria: were receiving ongoing physiotherapy or other types of exercise class; were receiving complementary therapy (e.g. acupuncture, reflexology and aromatherapy) ; had previous or current use of whole-body vibration, or presented with any contraindications of whole-body vibration such as tumour, pacemaker, pregnancy, epilepsy, severe pain, active infection or dizziness	
Interventions	Group 1: were randomised to receive 3 WBV sessions a week over 4 weeks and then to perform the same exercises without vibration Group 2: the order of interventions was reversed Each WBV session included several sets of vibration (delivered at 30 to 50 Hz and at an amplitude of 2 to 4 mm) Before cross-over a 2-weeks rest period was considered	
Outcomes	Balance (proprioception by Nottingham Sensory Assessment (score)) Gait (TUG test (s), 10-metre walk test (s)) Signs and symptoms of the disease (Multiple Sclerosis Spasticity Scale MSSS-88 (score) , Modified Ashworth Scale (score), subjective perception of symptoms) Muscle performance (maximal isometric force (N), through hand-held dynamometer using 'make test') Quality of life (multiple sclerosis Impact Scale-MSIS-29 (score))	
Notes	Detailed information about the intervention protocol is given in paper	
<i>Risk of bias</i>		
Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	High risk	Patients were randomised by drawing a number from an envelope
Allocation concealment (selection bias)	High risk	High probability of not being concealed
Blinding (performance bias and detection bias) All outcomes	High risk	Not blinded
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	All analysed outcomes included in the published report

Schyns 2009 (Continued)

Other bias	Low risk	Statistical analysis excluded a carry-over effect
Blinded assessor	Low risk	All measures were performed by a physiotherapist who was not involved in the training procedure and who was blind to the group allocation

Turbanski 2005

Methods	Controlled trial (not clear if randomised) Parallel, unicentric Losses: none
Participants	Setting: unknown, Germany Randomised = 52; assessed = 52 Age: mean 69.1 (SD 8.9) years Sex: female 29.9% Inclusion criteria: idiopathic Parkinson's disease Exclusion criteria: dementia, heart diseases, neurological diseases apart from Parkinson disease, significant dyskinesias and orthopaedic injuries
Interventions	Group 1: a single WBV session delivered at 6 Hz and at an amplitude of 3 mm (5ve vibration series of 1 minute each and 1-minute break between them) Group 2: moderate walk (15 min)
Outcomes	Body balance (postural stability on a movable and instable platform, Coordex®, Germany) on both narrow and tandem standing positions
Notes	All patients were tested in the ON phase

Risk of bias

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	Unclear risk	Participants were divided equally into experimental and control groups
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	No information provided
Blinding (performance bias and detection bias) All outcomes	Unclear risk	No information provided
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	All analysed outcomes included in the published report
Other bias	Low risk	No other risks of bias detected

Turbanski 2005 (Continued)

Blinded assessor	Unclear risk	No information provided
------------------	--------------	-------------------------

L-Dopa: Levodopa
 MMSE: Mini-Mental State Examination
 min: minute
 PDQ: Parkinson's disease questionnaire
 RCT: randomised controlled trial
 SD: standard deviation
 SE: standard error
 sec: second
 TUG: Timed Up and Go test
 UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale
 WBV: whole-body vibration

Characteristics of excluded studies [ordered by study ID]

Study	Reason for exclusion
Bautmans 2005	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older persons
Bedient 2009	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in moderately trained recreational athletes
Bogaerts 2007 (a)	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older persons
Bogaerts 2007 (b)	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness
Bogaerts 2009	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older persons
Bogaerts 2011	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older persons
Brooke-Wavell 2009	The study design was not a randomised controlled trial
Bruyere 2005	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older persons
Cheung 2007	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older persons

(Continued)

Corrie 2007	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older persons
Cronin 2004	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in healthy young people
Edwards 2009	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness
Feland 2008	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness
Feys 2006	The study applied an intervention with tendon vibration, did not include an intervention of whole-body vibration
Furness 2009	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness
Furness 2010	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older adults
Ghoseiri 2009	The study did not include an intervention of whole-body vibration. The intervention was performed by a vibratory orthosis on lumbar spine
Gusi 2006	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women
Holland 1965	The study did not include an intervention of whole-body vibration
Hornick 1962	The study did not include an intervention of whole-body vibration
Iwamoto 2005	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women
Jin 2007	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women
Johnson 2007	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in patients with total knee arthroplasty
Kawanabe 2007	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older persons
King 2009	Vibrations were applied using a Physioacoustic method
Machado 2010	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older persons
Raimundo 2009	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women

(Continued)

Rees 2007	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in older persons
Rees 2008	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women
Rees 2009	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women
Roelants 2004	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women
Rubin 2004	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women
Russo 2003	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women
Savelberg 2007	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in healthy young people
Trans 2009	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in women diagnosed with osteoarthritis
Verschueren 2004	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women
Verschueren 2011	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness; the study was performed in postmenopausal women
Wigg 1999	Types of participants did not include persons with any type of neurodegenerative illness
Wunderer 2010	The study design was not a randomised controlled trial; there was a single patient experimental design

DATA AND ANALYSES

Comparison 1. Whole-body vibration vs an active physical therapy (short-term effects) in Parkinson's disease

Outcome or subgroup title	No. of studies	No. of participants	Statistical method	Effect size
1 Body balance (Functional Reach)	2	45	Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	19.83 [-20.99, 60.65]
2 Gait (Timed Up and Go test)	2	45	Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	-3.09 [-5.60, -0.59]

Comparison 2. Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease

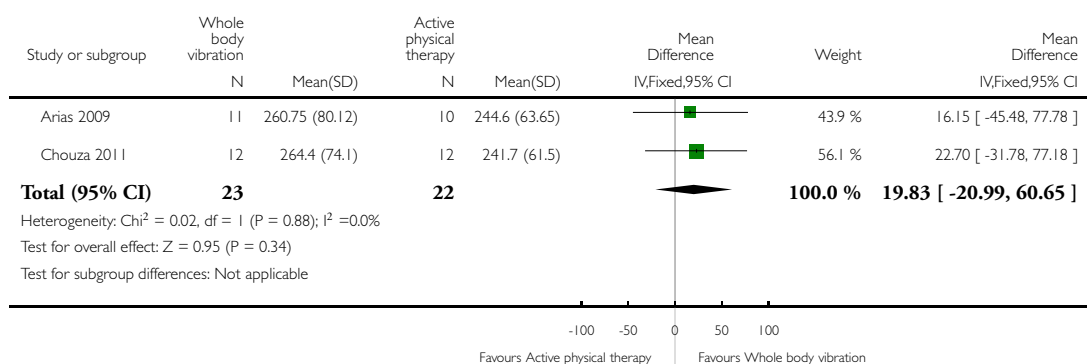
Outcome or subgroup title	No. of studies	No. of participants	Statistical method	Effect size
1 UPDRS III motor score	2	42	Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	-0.65 [-3.98, 2.68]
2 Body balance (Berg Balance Scale and Tinetti test)	2	42	Std. Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	0.36 [-0.26, 0.97]
3 Gait (TUG test and Stand-walk-sit test)	2	42	Std. Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	-0.41 [-1.02, 0.21]

Analysis 1.1. Comparison 1 Whole-body vibration vs an active physical therapy (short-term effects) in Parkinson's disease, Outcome 1 Body balance (Functional Reach).

Review: Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease

Comparison: 1 Whole-body vibration vs an active physical therapy (short-term effects) in Parkinson's disease

Outcome: 1 Body balance (Functional Reach)

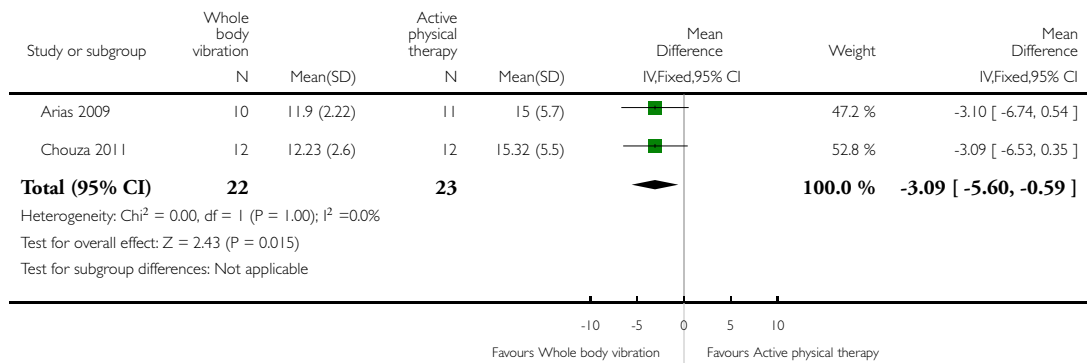


Analysis 1.2. Comparison 1 Whole-body vibration vs an active physical therapy (short-term effects) in Parkinson's disease, Outcome 2 Gait (Timed Up and Go test).

Review: Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease

Comparison: 1 Whole-body vibration vs an active physical therapy (short-term effects) in Parkinson's disease

Outcome: 2 Gait (Timed Up and Go test)

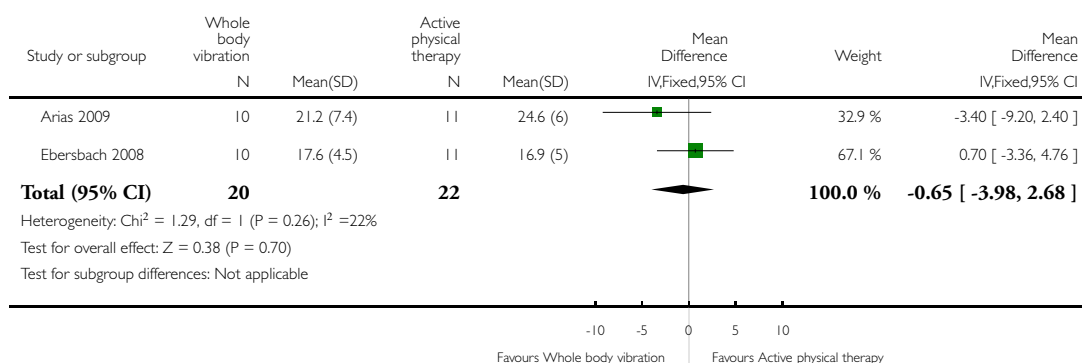


Analysis 2.1. Comparison 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease, Outcome 1 UPDRS III motor score.

Review: Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease

Comparison: 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease

Outcome: 1 UPDRS III motor score

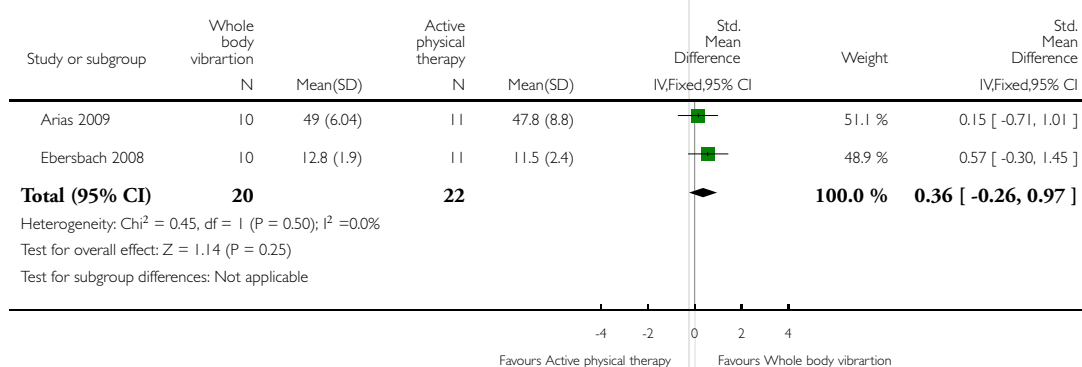


Analysis 2.2. Comparison 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease, Outcome 2 Body balance (Berg Balance Scale and Tinetti test).

Review: Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease

Comparison: 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease

Outcome: 2 Body balance (Berg Balance Scale and Tinetti test)

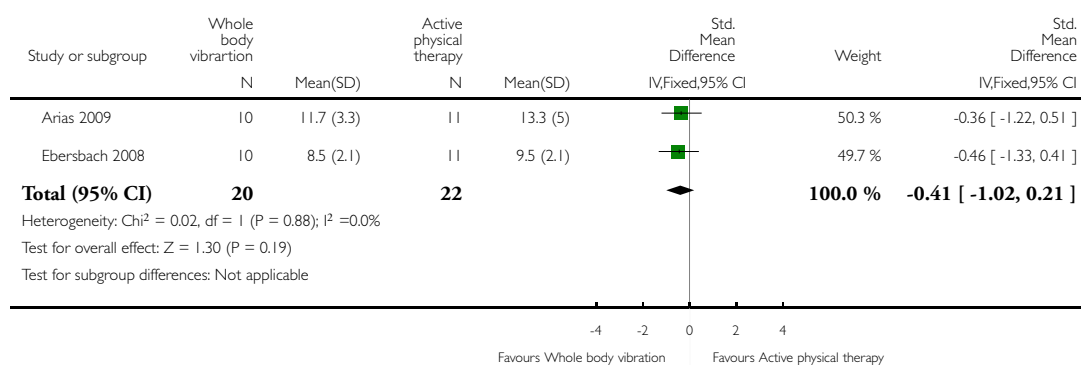


Analysis 2.3. Comparison 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease, Outcome 3 Gait (TUG test and Stand-walk-sit test).

Review: Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease

Comparison: 2 Whole-body vibration vs an active physical therapy (long-term effects) in Parkinson's disease

Outcome: 3 Gait (TUG test and Stand-walk-sit test)



APPENDICES

Appendix 1. EMBASE (Ovid) search strategy

- 1 exp Whole Body Vibration/ OR whole body vibration.mp. OR wbv.mp.
- 2 random:.tw. or clinical trial:.mp. or exp treatment outcome/
- 3 1 AND 2

Appendix 2. PeDro (website) search strategy

- 1 Abstract & Title: whole body vibration
- 2 Abstract & Title: wbv
- 3 1 or 2

Appendix 3. CENTRAL (CLib) Search strategy

- 1 (whole next body next vibration)
- 2 wbv
- 3 1 or 2

Appendix 4. CINAHL (EBSCOhost) search strategy

- 1 (MH "Vibration/AE/TU")
- 2 whole body vibration
- 3 wbv
- 4 1 or 2 or 3
- 5 random* OR trial OR blind*
- 6 compare* OR comparison*
- 7 alocat*
- 8 group*
- 9 5 or 6 or 7 or 8
- 10 4 and 9

Appendix 5. PsycINFO (Ovid) search strategy

- 1 whole body vibration.mp.
- 2 wbv.mp.
- 3 1 or 2
- 4 (control: or random:).tw. or exp treatment/
- 5 4 and 3

HISTORY

Protocol first published: Issue 6, 2011

Review first published: Issue 2, 2012

CONTRIBUTIONS OF AUTHORS

Mercè Sitjà-Rabert (MSR) conceived, designed and co-ordinated the review. She screened titles and abstracts of references identified by the search, selected and assessed trials, extracted trial and outcome data, carried out quality assessment and data extraction, contacted trial lists about unpublished data, entered data into RevMan, wrote the review, provided a clinical perspective and contributed to and approved the final manuscript of the review.

David Rigau (DR) conceived and designed the review. He screened titles and abstracts of references identified by the search, located, selected and assessed trials, extracted trial and outcome data, assessed the methodological quality of selected trials, contacted trial lists about unpublished data, entered data into RevMan, provided a methodological perspective and contributed to and approved the final manuscript of the review.

Azahara Fort-Vanmeerhaeghe (AFV) screened titles and abstracts of references identified by the search, located, selected and assessed trials, extracted trial and outcome data, assessed the methodological quality of selected trials. She provided a physical training perspective, commented on drafts of the review and contributed to and approved the final manuscript of the review.

Carme Santoyo Medina (CSM) commented on drafts of the review, provided a clinical perspective and contributed to and approved the final manuscript of the review.

Marta Roqué i Figuls (MRF) extracted trial and outcome data, carried out statistical analysis, helped with the interpretation of the data, drafted the review and approved the final manuscript of the review.

Dani Romero-Rodríguez (DRR) commented on drafts of the review, provided a physical training perspective, and contributed to and approved the final manuscript of the review.

Xavier Bonfill Cosp (XBC) provided a methodological and clinical perspective, commented on drafts of the review, and contributed to and approved the final manuscript of the review.

DECLARATIONS OF INTEREST

None known.

SOURCES OF SUPPORT

Internal sources

- None, Not specified.

External sources

- None, Not specified.

DIFFERENCES BETWEEN PROTOCOL AND REVIEW

There are some differences between the protocol and the review briefly described below. We have extended the background with the aim of providing a broader context for the topic of interest.

We decided to change the outcome 'Functional capacity according to basic activities of daily living (ADL)' to 'Functional performance according to basic activities of daily living (ADL)'. Additionally, we included muscular strength and muscular power in the outcome 'Muscle performance', as this term is more global.

In the methods section, we simplified the comparisons as we compared WBV to control and WBV to active physical therapies. We also included comparisons of different WBV modalities because we have extended the objective of the review. We incorporated an analysis for subgroups as we decided to include the studies that analysed the short-term effects of WBV. We considered that combining the results with single and multiple sessions could lead to non comparable results.

DISCUSSIÓ

Discussió derivada de les publicacions

Eficàcia de les vibracions de cos sencer en persones grans

Aquesta revisió sistemàtica inclou 21 citacions bibliogràfiques, resultants de 16 assaigs clínics aleatoritzats que han estudiat l'eficàcia i la seguretat del treball amb vibracions de cos sencer (*whole body vibration*, WBV) en persones grans en comparació amb un tractament convencional o amb un grup control, els quals han realitzat els mateixos exercicis que el grup vibració o bé no han canviat els seus hàbits en les activitats de la vida diària (placebo).

La revisió dels assaigs clínics publicats mostra que l'entrenament amb vibracions de cos sencer és una intervenció eficaç per a la millora de la força i la potència muscular, l'equilibri i la densitat mineral òssia respecte de no fer res o de realitzar els mateixos exercicis sense la vibració (control), encara que aquests efectes han desaparegut quan es compara amb el tractament convencional. Només un estudi (168) va incloure la variable caigudes, com a resultat secundari i, d'acord amb els autors, els resultats van ser imprecisos, perquè la majoria dels pacients es van perdre durant el seguiment. Per tant, no hi ha dades per poder confirmar o descartar-ne l'eficàcia.

Pel que fa al rendiment muscular quan es compara amb un grup control, les millores en la força i la potència muscular durant accions d'extensió del genoll són significatives, en consonància amb altres revisions (131,132), on fins i tot es demostra que aquests efectes són més beneficiosos tant en gent jove com en població geriàtrica en comparació amb la població adulta, i sobretot en les intervencions realitzades mitjançant plataforma amb vibració vertical respecte d'una vibració rotacional (152). No és fins a la nostra revisió que podem obtenir un estimador de l'efecte global, tal com es mostra en la metanàlisi (força isomètrica d'extensors de genoll de 18.30 Nm, 95% CI 7.95-28.65, i potència muscular de 10.44 W, 95% CI 2.85-18.03). Cal tenir en compte, però, que en cinc d'aquests estudis, els participants realitzaven algun tipus d'activitat física addicional, com ara una pauta de gimnàstica en grup (habitual en una residència geriàtrica) o un tractament específic de rehabilitació (basat en mobilitzacions i gel) en persones intervingudes d'una cirurgia de genoll. Aquestes intervencions han estat aplicades en ambdós grups tenint en compte que la població geriàtrica és un col·lectiu molt susceptible a la immobilitat. D'aquesta manera la diferència entre un grup i l'altre és que el grup intervenció va rebre un programa de reforçament muscular damunt una plataforma vibratòria. El fet que tots els participants realitzessin algun tipus d'activitat física pot reduir el benefici net entre els grups i, per tant, la possibilitat de detectar-hi un efecte clínic important. Pel que fa a la comparació amb un tractament convencional (com ara fitness, entrenament de la resistència muscular o simplement caminar) no es van trobar diferències significatives ni en la força isomètrica ni en la dinàmica. Aquests resultats estan en la línia dels exposats en dues altres revisions (131,132).

Pel que fa a la millora de l'equilibri, els resultats obtinguts de la revisió són mixtos. Només hi va haver un estudi que comparava la intervenció amb vibracions de cos sencer amb una intervenció basada en l'exercici i, per

tant, no hi ha suficients estudis per poder realitzar una estimació global de l'efecte. Respecte dels estudis que comparen l'entrenament amb vibració amb grup control, els resultats de l'equilibri avaluats amb la prova de *Tinetti test* són significatius estadísticament (MD de 4,53 punts, IC del 95% 0.95-8.1). Tot i així, cal ser cautelosos davant aquests resultats ja que quan s'avalua l'equilibri amb *Timed Up and Go test* (TUG) no hi ha diferències significatives. Els nostres resultats estan en consonància amb altres revisions (131,169), tot i que en cap d'elles no hi ha una estimació global de l'efecte. No obstant això, una recent revisió sistemàtica (169) analitza els efectes de la vibració sobre l'equilibri, agrupant els resultats en una metanàlisi, i a diferència de nosaltres obtenen una lleu millora de l'equilibri dinàmic en el grup vibració respecte del control (TUG, WMD de -0,68 , IC del 95% -1,61- -0,11). Amb tot, els autors es mantenen prudents davant aquests resultats, ja que es basen en estudis amb limitacions metodològiques importants, amb una gran heterogeneïtat entre els paràmetres de vibració com també en els mètodes estadístics.

Els resultats de la densitat mineral òssia mostren que en comparació amb un tractament convencional (exercici físic), l'entrenament amb WBV té un benefici estadísticament significatiu en el coll del fèmur, però no a la columna lumbar. La magnitud de l'efecte observat, però, presenta una dubtosa rellevància clínica (MD 0.04 g/cm², 95% CI 0.02-0.07). Els nostres resultats estan en consonància amb la revisió de Slatkowska, la qual evidencia aquests efectes no només en dones postmenopàusiques, sinó també en nens o adolescents. En aquest dos casos, la millora de la densitat mineral òssia es dona sobretot a la columna vertebral en la població infantil i a la tibia en la població adolescent (135). Les revisions narratives prèvies manifesten una certa inconsistència en els resultats dels estudis (131,156,161,170), sobretot per la gran heterogeneïtat dels treballs que analitzen aquesta variable.

La gran variabilitat entre els estudis és un fet reiteratiu en la majoria de les revisions (131,135,170), i els nostres resultats també estan condicionats per aquest fet. A dia d'avui no està demostrada la seva eficàcia, però, dels estudis inclosos en la revisió, se'n poden dependre una sèrie de recomanacions dirigides a qui vulgui aplicar les vibracions de cos sencer o a qui vulgui continuar investigant-les. No hi ha consens pel que fa al protocol d'entrenament (tipus d'exercici, intensitat, volum, la durada total de la intervenció), ni en les variables de la vibració (tipus de vibració, freqüència i amplitud), així com tampoc en els mètodes de valoració d'aquestes variables, sobretot en la força muscular i en l'equilibri. Tot i la dificultat d'estandarditzar els protocols d'intervenció dels estudis inclosos, ja que depenen de la variable estudiada, se suggereix una durada mínima de la intervenció partint dels estudis inclosos en la revisió i dels resultats obtinguts. Així doncs, quan s'entrena la força muscular i l'equilibri la durada mínima estaria sobre les 8 setmanes, i de 6 setmanes en persones institucionalitzades en una residència geriàtrica, d'acord amb la literatura existent (161). Per contra, la majoria dels estudis que avaluaven la densitat mineral òssia, es van realitzar durant un període més llarg, i es van ampliar fins als 12 mesos. En la nostra revisió, els beneficis obtinguts es presenten amb estudis d'entre 6-8 mesos. No obstant això, i d'acord amb les conclusions de Mikhael, es necessiten estudis addicionals per determinar el llindar a partir del qual es puguin aconseguir beneficis clínicament significatius (161). Els estudis inclosos en la revisió presenten habitualment una progressió en el protocol d'exercicis, però no en tots els estudis els exercicis realitzats són dinàmics. L'ús freqüent del treball estàtic podria ser una explicació de les millores obtingudes en la força isomètrica de la nostra revisió. Tot i que en la població geriàtrica seria raonable iniciar el protocol d'exercicis amb un treball estàtic, es recomana també la utilització d'exercicis dinàmics progressivament, d'acord amb la literatura (152), per tal de poder obtenir unes millores funcionals del múscul. És important assenyalar que els efectes observats en aquesta revisió s'han obtingut de

forma independent respecte el tipus de vibració (vertical o rotacional). Com que existeixen pocs estudis no s'ha considerat el fet d'analitzar els efectes segons la tipologia de plataforma, tot i que alguns autors han suggerit diferències depenent del tipus (131,152,169,170).

La qualitat metodològica dels estudis inclosos és de moderada a baixa. Les principals deficiències estan relacionades amb el disseny dels estudis (la majoria presenten un disseny obert i en pocs es realitza un emmascarament de l'avaluador) i la incertesa relacionada amb el procés d'assignació a l'atzar. Per tal d'augmentar la confiança dels resultats en futurs estudis, es recomana que els estudis incloguin una mostra més àmplia, amb un disseny i mètode en l'ocultació de l'assignació dels pacients adequat i amb un emmascarament de l'avaluador.

Encara que els esdeveniments adversos no van ser registrats sistemàticament en la majoria dels estudis, l'entrenament amb vibracions mecàniques sembla ser una intervenció segura. Els efectes adversos que es presenten als estudis estan en consonància amb els recollits en les revisions narratives de Merriman (131) i Cardinale (143).

La principal limitació d'aquesta revisió sistemàtica és la manca de dades en els estudis originals. Per reduir al mínim aquesta limitació, es va contactar amb els autors sempre que faltessin dades o quan els resultats es presentessin únicament amb figures o gràfics. Una altra limitació a tenir en compte és el baix nombre d'estudis disponibles per a l'anàlisi de cada variable, cosa que dificultava un anàlisi de subgrups o de la sensibilitat. La categorització que la revisió presenta dels grups comparadors (grup exercici o grup control) i de la classificació de la força (dinàmica o isomètrica) és discutible, però el nostre objectiu ha estat poder identificar un benefici net de la intervenció. Les diferències en els mètodes d'avaluació de resultats i/o unitats ens ha obligat a desagregar els resultats per tal d'obtenir una estimació de l'efecte comú.

Les principals fortaleeses d'aquesta revisió és que, tot i el nombre limitat d'estudis i subjectes, els resultats han estat força homogenis. S'ha seguit una metodologia estructurada, homologada com la de la revisió Cochrane, amb un procés de revisió *peer-review*. D'altra banda, aquesta és la primera revisió sistemàtica que presenta una metanàlisi sobre els efectes de l'entrenament amb vibracions de cos sencer en la població geriàtrica, considerant unes variables d'estudi estretament relacionades amb el risc de caigudes.

Primers comentaris dels resultats preliminars de l'estudi “Entrenament amb vibracions mecàniques en persones grans: un assaig clínic aleatoritzat, multicèntric i paral·lel”.

La proposta de dissenyar un estudi que avaluï l'eficàcia de l'ús de les vibracions mecàniques en la gent gran sorgeix a partir de constatar, a través de la revisió sistemàtica, les limitacions dels assaigs independents. L'eficàcia de les vibracions mecàniques en l'equilibri i la força muscular en persones grans institucionalitzades en centres geriàtrics s'ha valorat fins ara en un nombre reduït d'estudis (142,158), i cap d'ells ha estat realitzat en població espanyola. Tenint en compte aquest fet, i que no hi ha hagut cap treball que valori les caigudes, es va dissenyar un estudi que avalués l'eficàcia de les vibracions de cos sencer sobre dos dels factors de risc de caigudes, la pèrdua d'equilibri i la debilitat muscular. Addicionalment s'ha realitzat un seguiment exhaustiu de les caigudes i dels seus efectes adversos, superant les mancances dels assaigs fets fins ara.

Així doncs, es va proposar un assaig clínic aleatoritzat, multicèntric, paral·lel i amb emmascarament de l'avaluador, donada la dificultat d'emascarar tant el participant com la intervenció. Es va crear una llista generada informàticament per assignar a l'atzar el grup d'intervenció (edat, sexe i residència geriàtrica, utilitzant el software SPSS17). L'assignació al tractament va ser centralitzada (Centre Cochrane Iberoamericà), assignada per telèfon a l'investigador de cada residència (assignació ocultada). Cap investigador va conèixer la seqüència d'aleatorització.

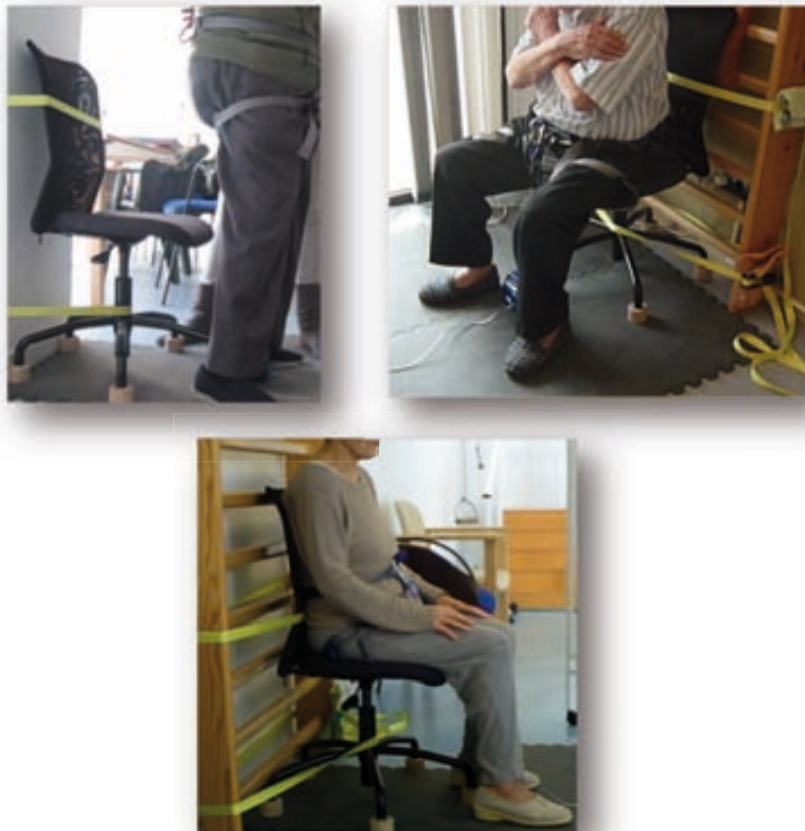
Es va posar especial atenció en el càlcul del nombre de participants necessari a tractar, ja que els estudis realitzats fins ara presentaven una grandària de la mostra petita. Així doncs, el càlcul es va realitzar a partir de la variable equilibri, avaluada amb el *Tinetti test*, tenint en compte una millora de 5 punts en el grup vibració respecte del grup exercici (tal com mostraven els resultats obtinguts en la revisió sistemàtica). A causa de la fragilitat de la població geriàtrica institucionalitzada, es va considerar un 20% de pèrdues pel càlcul del nombre de persones que calia tractar. Així doncs, la mida de la mostra va ser de 160 persones. Es va planificar l'estudi en quatre residències geriàtriques, ja que es va preveure uns 40 possibles candidats per cada residència, arribant, doncs, al nombre necessari a tractar. La selecció dels participants en l'estudi va ser realitzada per l'equip tècnic de cada centre, generalment format pel metge geriatre i el fisioterapeuta (i en algun cas, el psicòleg), a partir dels criteris d'inclusió. Es va concertar una entrevista amb cada possible candidat amb l'objectiu d'explicar el projecte i demanar el seu consentiment per a la inclusió en l'estudi. El nostre estudi no va excloure persones amb un deteriorament cognitiu lleu, sempre que l'equip tècnic del centre consideressin apta a la persona per seguir un procés d'entrenament com el que teníem previst. Així doncs, en els casos en què la persona tingués un tutor legal, s'hi va contactar per tal d'informar-lo de l'estudi i obtenir-ne, en cas afirmatiu, el consentiment informat. Un cop realitzat el procediment de signatures del

consentiment informat, el nombre de participants en la primera residència es va reduir de 40 a 15. Aquest fet va comportar haver d'ampliar el nombre de centres, arribant fins a 10 al final de l'estudi. Els motius d'aquesta reducció responien a la dificultat, per part d'alguns candidats, per comprometre's en la realització d'una activitat física durant sis setmanes. En d'altres casos, inestabilitats clíniques van fer declinar la participació d'algunes persones en l'assaig clínic. Tot i això, el problema principal per iniciar l'estudi es va donar a l'hora de trobar un comitè d'ètica d'investigació clínica (CEIC) que tutelés el projecte, un fet condicionat per la poca tradició de recerca que hi ha en residències geriàtriques. Poder comptar amb la participació de dos centres que ja disposaven d'un CEIC i l'ampliació de la tutela, per part d'aquests CEIC, a la resta de centres que no en disposaven va permetre resoldre aquest obstacle. L'obtenció d'una beca IMSERSO (expedient 180/2010) va facilitar la viabilitat de l'estudi més enllà d'aquestes dificultats i es va poder comptar amb dues fisioterapeutes destinades especialment a mesurar les variables. Així doncs, va ser un estudi amb emmascarament de l'avaluador en totes les variables analitzades. Per tal d'evitar possibles diferències entre avaluadores i evitar futurs errors, es van realitzar diverses sessions per tal d'unificar els criteris d'avaluació per cadascuna de les proves utilitzades en l'estudi. Addicionalment, es va fer una guia que es va introduir en el Quadern de Recollida de Dades (veure Annex 2). Cal considerar també que l'obtenció d'un semestre sabàtic per part de la investigadora principal va ser fonamental per tal d'iniciar la investigació, igualment com la cessió de dues plataformes vibratòries per part de l'empresa Tecnosport S.L.U, destinades únicament a l'estudi.

Les variables analitzades es van avaluar amb escales validades i habitualment utilitzades en l'àmbit clínic i en la recerca en geriatrics, com són el *Tinetti test*, *Timed Up and Go test* (TUG) i, en menys mesura, però també conegut, el *5 Sit-to-Stand test*. Aquest darrer test ha estat utilitzat

per avaluar la força de les extremitats inferiors (69,171-173). La prova comporta que la persona s'aixequi d'una cadira sense ajuda de les mans, reproduint un gest que habitualment comporta problemes quan la persona presenta debilitat muscular en les extremitats inferiors. Es va dissenyar un sistema de cadira que permetés graduar l'alçada en funció de cada persona (partint d'una flexió de 90 graus de maluc per tothom), ja que era un aspecte a estandarditzar en futures investigacions tal com la literatura recomanava (174-176). Es va fixar la cadira en una columna o espatllera segons el centre. Addicionalment, es va registrar la velocitat d'aixecament de la cadira mitjançant un *encoder* (d'espai-temps), situat als peus i fixat a la pelvis per mitjà d'un mosquetó i un arnès, tal com es mostra en la figura 6. Les cadires utilitzades en el *Tinetti test* i TUG també van ser les mateixes per a tots els pacients.

Figura 6. Model de cadira i fixacions per al registre de la velocitat en la prova 5 *Sit-to-Stand test*



La durada del nostre estudi es va determinar a partir de la durada i dels efectes obtinguts en els dos estudis previs, realitzats en residències geriàtriques belgues (142,158). Així doncs, i com que amb 6 setmanes ambdós estudis obtenien efectes beneficiosos sobre l'equilibri, el nostre treball es va plantejar amb aquesta durada, realitzant tres sessions per setmana.

Un altre aspecte a destacar va ser el grup comparador. Com que el nostre estudi avaluava l'eficàcia de l'entrenament amb vibracions mecàniques ambdós grups van realitzar el mateix protocol d'exercicis, sense cap tipus d'intervenció addicional que pogués interferir en els resultats. El nostre comparador, el grup exercici, realitzava exactament els mateixos exercicis davant d'unes paral·leles, barra fixa o bé espatlles, molt sovint realitzats en petits grups de 3-10 persones. En els dos estudis previs, el grup comparador realitzava una intervenció simulada (*sham*) (142) en un dels treballs i un programa d'exercicis d'equilibri (que incloïa exercicis d'equilibri i marxa, entrenament de transferències i exercicis de força resistència) en l'altre (158). Però addicionalment, en totes dues investigacions els subjectes participaven de dues sessions setmanals d'activitat física en grup durant les 6 setmanes d'intervenció. D'altra banda, en el nostre estudi es va voler considerar l'efecte net de la vibració i, per tant, es va consensuar amb totes les residències participants que les persones incloses en l'estudi només realitzessin durant les 6 setmanes els exercicis descrits a l'estudi, i un cop finalitzat l'estudi, es va proposar als participants que s'incorporessin en una activitat física en grup, 2 cops/setmana, on, a part d'exercicis d'equilibri, es van realitzar exercicis de flexibilitat, coordinació i activitats de marxa.

Un altre aspecte que aporta un valor addicional al nostre treball respecte els estudis realitzats fins ara és el protocol d'exercicis. Així doncs, es va tenir en compte que el protocol inclogués exercicis estàtics i també dinàmics, i sobretot que hi hagués una progressió en els exercicis. Per tant,

la dificultat dels exercicis va anar augmentant al llarg de les setmanes, com també els paràmetres de la vibració (intensitat i freqüència), aportant d'aquesta manera un aspecte novedós en l'entrenament de l'equilibri. Aquest protocol de treball constava d'exercicis en què la base de sustentació cada vegada fos menor: peus junts, posicions de tàndem, semitàndem i unipodals. Es van introduir elements de desequilibri fins ara no descrits en l'entrenament amb vibracions mecàniques, com ara girs de cap, elevació de braços per sobre el cap, exercicis amb els ulls tancats, amb i sense recolzament de mans. L'adequació dels exercicis es va realitzar en un estudi pilot previ.

Un exemple dels exercicis del protocol desenvolupat (descriu en la metodologia) es detallen a continuació (vegeu figura 7).

Figura 7. Exemple d'exercicis realitzats (imatges cedides sota consentiment informat)

A: Exercicis de rotació de cap en posició de semitàndem



B: Exercici en posició d'squat, passar el pes d'una cama a l'altra



C: Exercici de moviment de braços



Com que el disseny de l'estudi fou multicèntric, el protocol d'exercicis va ser explicat prèviament als fisioterapeutes de cada centre. Així doncs, els exercicis van ser dirigits pels propis fisioterapeutes de cada residència, que portaven un registre de cada participant diàriament. Tot i així, durant les setmanes d'intervenció, hi va haver una fisioterapeuta experta que donava suport en la realització dels exercicis i que resolia els dubtes que poguessin sorgir. Es va crear un quadern de l'investigador per cada centre, on es registrava el compliment terapèutic diàriament i si hi havia hagut alguna dificultat en la realització de les tasques dissenyades. Es va crear un registre pels efectes adversos detectats al llarg de la intervenció. Cada vegada que se n'observava algun de possible, era valorat per l'equip tècnic. La valoració descrivia el nivell de gravetat, la possible relació amb la intervenció avaluada i els procediments que es derivaven d'aquest possible efecte advers. Igualment, es va crear un registre de caigudes únic per a l'estudi, on s'anotaven les incidències al llarg dels 6 mesos. El control de les caigudes posterior a les 6 setmanes de la intervenció es va realitzar per telèfon o via correu electrònic quinzenalment. Als Annexos es presenta el Quadern de Recollida de Dades, on es poden veure tots els registres esmentats (veure Annex 2).

L'anàlisi provisional dels resultats obtinguts en aquest estudi es mostren en els Annexos (vegeu Annex 1), els quals apunten que l'eficàcia de les vibracions de cos sencer en l'equilibri i la força muscular en les persones grans institucionalitzades és igual a un programa d'exercicis sense la vibració. Aquests resultats no semblen estar en consonància amb els estudis previs realitzats en residències geriàtriques (142,158), però, en canvi, sí amb els estudis realitzats en persones amb una major afectació de l'equilibri, com ara persones amb esclerosi múltiple (136).

Pel que fa a l'anàlisi de la variable equilibri, en ambdós tests es pot observar una millora en el temps que és estadísticament significativa, sense

que hi hagi una intervenció més eficaç que l'altra. Els resultats per protocol del *Timed Up and Go test* (TUG) mostren una millora significativa en les dues branques, disminuint 3 segons al grup exercici i 2 segons al grup vibració, en el temps de la prova. Tot i això, cal considerar que els resultats per intenció de tractar d'aquesta variable mostren que no hi ha diferència significativa en la millora entre els dos grups. Aquest fet podria ser explicat per un valor extrem post que va ser considerat en l'anàlisi per intenció de tractar (el resultat del qual va ser de 263 segons respecte els 17 segons de mitjana del seu grup). Correspon a una persona que ja presentava un deteriorament cognitiu a l'inici de l'estudi i que mentre es desenvolupava la seva patologia es va anar agreujant, cosa que dificultava d'una manera important l'execució del test al final de la intervenció.

Els nostres resultats no concorden amb els estudis previs, en què tant Bautmans (N= 21) com Bruyere (N=42) evidenciaven millores significatives del grup vibració en la variable equilibri (mesurada amb *Tinetti test* i TUG). Un aspecte a considerar serien les característiques basals dels participants del nostre estudi en la variable equilibri (*Tinetti test* i TUG). Cal tenir present aquest fet, ja que la puntuació en el *Tinetti test* per sota de 19 punts indica que la persona té un risc de caiguda (38). En el nostre cas, l'anàlisi basal d'ambdós grups presenta una puntuació alta (pel GV=22,5 punts i pel GE=22,7), similar a la que presenten els participants de l'estudi Bautmans (GV=22,4 i GE=23,1), mentre que els participants de l'estudi de Bruyere, presentaven a l'inici un risc de caiguda molt més elevat (GV=14,9 i GE=18.0). Aquest pot ser un factor important a tenir en compte en futures investigacions, on un dels criteris d'inclusió hauria de ser tenir una puntuació en el *Tinetti test* inferior a 19. D'aquesta manera es realitzaria una intervenció dirigida a persones amb un risc real de caiguda o pitjor equilibri, tal com recomana la literatura (177).

Pel que fa als resultats obtinguts de la variable força podem observar una millora en el temps per realitzar la prova 5 Sit-to-Stand test en ambdós

grups. En la nostra hipòtesi, esperàvem que aquestes millores es poguessin veure també amb l'anàlisi indirecta de força (potència) realitzat amb un encoder. Tot i que hi ha hagut una disminució del temps per a la realització de la prova, aquesta millora no es correlaciona amb un augment de la força de les extremitats inferiors mesurada amb aquest sistema. El protocol d'exercicis realitzat podria donar explicació a aquest fet. Els exercicis han estat planificats bàsicament per millorar aspectes relacionats amb el control postural, tenint en compte una progressió de l'exercici, però sense aplicar una càrrega externa (sense augmentar la intensitat). Tant en l'entrenament de la força, com en la manifestació de resistència muscular, es recomana augmentar progressivament la càrrega mantenint el mateix nombre de repeticions per cada exercici, tal com s'explica a la introducció d'aquesta tesi (58,178). El nostre protocol no va aplicar cap tipus de càrrega, fet que podria explicar el motiu pel qual no s'obtenen millores relacionades amb la força muscular en l'anàlisi de l'encoder. Així doncs, la intensitat del treball no ha estat suficient per provocar canvis musculars i, per tant, no hi ha hagut una hipertròfia muscular.

Aquests resultats estan en consonància amb el treball realitzat per Bautmans, on tampoc la variable força muscular no registra millores significatives (mesurada en aquest cas amb un dinamòmetre isocinètic lineal, Aristokin®) tot i trobar millores en l'equilibri. La troballa més important en el nostre estudi és que la millora obtinguda en l'equilibri ha repercutit en el fet que la persona tingués més control coordinatiu en el gest d'aixecar-se de la cadira i que pugui realitzar aquesta prova en menys temps i d'una manera més segura (179). Addicionalment, cal tenir present que en finalitzar l'estudi podem obtenir resultats de les caigudes d'una manera exhaustiva, igualment com un recull de les complicacions que hagin sorgit al llarg de la intervenció, dues dades fins ara poc presentades pels estudis anteriors.

Eficàcia de les vibracions de cos sencer en persones amb patologies neurodegeneratives

Aquesta revisió sistemàtica inclou 10 assaigs clínics aleatoritzats, sis dels quals han estudiat els efectes de l'entrenament amb vibracions mecàniques en persones afectades de Parkinson (amb una mitjana d'edat de 67,9 anys) i quatre en persones afectades d'esclerosi múltiple (amb una mitjana d'edat de 48,9 anys). No hi ha estudis realitzats en altres patologies neurodegeneratives.

La revisió dels assaigs clínics realitzats mostra que no hi ha cap estudi que analitzi la variable principal que hem determinat, que és la millora funcional en les activitats de la vida diària. Per aquesta raó, es presenten els resultats de les variables secundàries per patologies, tot i que no tots els estudis presenten resultats de totes les variables secundàries.

Dels sis estudis realitzats en persones afectades de la malaltia de Parkinson, únicament es van poder agregar dos estudis que analitzaven la marxa després d'una única sessió de vibracions de cos sencer (efectes aguts). Els resultats evidencien una millora significativa d'aquesta variable (mesurada amb Timed up and go test) (MD -3.09, 95% confidence interval -5.60 to -0.59; P = 0.02; I² = 0%) en comparació amb una intervenció de fisioteràpia (exercicis d'equilibri). Tot i així, aquests resultats no són significatius quan s'analitzen els efectes crònics (després d'un entrenament) amb vibracions de cos sencer, així com tampoc hi ha millores en l'equilibri (*Functional Reach test*) després d'agregar els resultats de dos estudis que analitzaven els efectes aguts d'aquesta variable. Els resultats de la variable signes i símptomes de la malaltia, registrats mitjançant *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS), tampoc mostren millores significatives, bé sigui avaluant els efectes d'una única sessió o de diverses sessions d'entrenament. Tot i que la debilitat muscular és una variable freqüent en

les persones afectades de la malaltia de Parkinson (180), aquesta no ha estat avaluada en cap dels estudis inclosos en la revisió. La qualitat de vida només ha estat avaluada per un estudi mitjançant el *Parkinson's disease questionnaire* (PDQ) test i no van mostrar millores significatives després de realitzar un entrenament de vibracions de cos sencer en comparació amb una intervenció de fisioteràpia.

Dels quatre estudis realitzats en persones afectades d'esclerosi múltiple, no es va poder agregar cap estudi en una metanàlisi, ja que dels quatre estudis, dos avaluen els efectes aguts i dos els efectes crònics de la vibració de cos sencer, i cap grup comparador va ser igual. En cap cas, els resultats individuals de cada estudi demostren millores significatives en les variables analitzades en aquesta malaltia (equilibri, marxa, força muscular i qualitat de vida).

Aquests resultats estan en consonància amb una recent revisió narrativa (134) que manifesta que no hi ha suficient evidència per refusar o no l'entrenament amb vibracions mecàniques en persones amb malaltia de Parkinson. En canvi, una altra revisió narrativa (132) que inclou estudis realitzats en "*special population*" (com ara gent gran, persones afectades de la malaltia de Parkinson, d'esclerosi múltiple, de paràlisi cerebral i dones postmenopàusiques) aporta beneficis en l'equilibri, la marxa i la força muscular en comparació amb un tractament convencional de fisioteràpia. Cal tenir present que la revisió no té en compte la diferenciació entre efectes aguts o crònics de la vibració de cos sencer, i tampoc agrega els estudis en una metanàlisi formal, fet que comporta que no es realitzi una estimació global de l'efecte.

Una de les dificultats que presenta aquesta revisió és la gran variabilitat dels estudis inclosos. Tot i que la rehabilitació física és un element important per a les persones afectades de malalties neurodegeneratives, les revisions realitzades entorn aquest tema demostren poca evidència pel

limitat nombre d'estudis i per la seva baixa qualitat metodològica (180-184).

Els programes d'exercici físic realitzats en persones amb malalties neurodegeneratives recomanen una durada mínima de 10 setmanes (182). La majoria dels estudis inclosos en aquesta revisió presenten protocols d'intervenció poc similars, afegint-hi major dificultat per arribar a un consens. Gran part d'aquests treballs han avaluat els efectes aguts de la vibració, després d'una única sessió (130,139,155,156,185,186) i només quatre avaluen els efectes de l'entrenament vibratori després de múltiples sessions (136,187-189). La durada d'aquests darrers estudis és inferior a 10 setmanes, excepte en un que es realitza durant 20 setmanes (188). En canvi, el nombre de sessions per setmanes que la literatura recomana (180,182), de dues a tres, és un dels aspectes més homogenis en els estudis inclosos en la revisió. La fatiga és un element important a tenir en compte en la rehabilitació física de la persona afectada d'una malaltia neurodegenerativa, sobretot en aquelles persones que ja presenten una baixa capacitat funcional. Un augment de la fatiga pot provocar major inactivitat en les activitats de la vida diària i, per tant, afavorir complicacions que apareixen a causa del desacondicionament físic (190), poc positives en un procés de rehabilitació. La revisió de Merriman conclou que la durada d'una sessió mitjançant vibracions mecàniques, en persones grans, és inferior al que es necessita en una intervenció convencional per arribar a efectes similars de força o equilibri (131). Això pot ser explicat per l'augment de l'estimulació muscular que es produeix amb la vibració mecànica de cos complet (146), que és un aspecte a considerar quan s'intervé amb persones físicament fràgils i en les quals l'adherència al tractament sovint es fa complicada (160). El tipus d'exercicis que els estudis presenten són diversos, tenint en compte que van dirigits a la millora de la mobilitat funcional, de la força muscular i de l'equilibri, i generalment solen ser estàtics, i amb poca progressió al llarg de les setmanes, exceptuant un

estudi que preveu exercicis dinàmics i amb progressió (188). Aquest és un altre aspecte important que cal tenir en compte, ja que els protocols d'entrenament presenten dades generalment incompletes, necessàries a considerar en futures investigacions. Els efectes segons els tipus de vibració provocada per les diferents plataformes vibratòries és un aspecte que s'ha avaluat en revisions prèvies (131,152,170), però donada l'alta diversitat de mètodes de valoració de les variables i la gran variabilitat d'intervencions, hem declinat fer un anàlisi per a subgrups segons el tipus de vibració mecànica generada. Finalment, cap estudi fa un seguiment dels efectes provocats a llarg termini, un aspecte a considerar en futures investigacions pel component neurodegeneratiu d'aquestes malalties. Addicionalment, seria convenient avaluar la progressió dels exercicis adaptant-los a la progressió pròpia de la malaltia, fent-ne el seguiment durant a un període de 6 mesos, tal com la literatura recomana (183).

La qualitat metodològica dels estudis inclosos en aquesta revisió és baixa i inconsistent. L'heterogeneïtat de les intervencions, les mesures de valoració de les variables i les unitats de mesura utilitzades en els estudis han estat una dificultat per poder avaluar l'eficàcia de les vibracions de cos sencer en persones amb malalties neurodegeneratives. En primer lloc, tot i que la majoria dels estudis declaren que són aleatoritzats, pocs proporcionen detalls sobre el procediment. Dos estudis presenten un disseny creuat, dels quals un no presenta un període de descans entre les intervencions i, l'altre, tot i presentar-lo, no és clar si pot ser suficient per evitar el manteniment de l'efecte de la primera intervenció. Un tercer estudi presenta una desproporció en el nombre de participants de cada intervenció (19 participants en el grup vibració i 9 en el grup control). En segon lloc, només tres dels estudis han informat sobre els mètodes d'ocultació de la seqüència de les assignacions. En tercer lloc, la majoria dels estudis inclosos tenen una grandària de la mostra petita. Malgrat que els estudis que avaluen intervencions de fisioteràpia presenten dificultats per emmascarar

els investigadors o els participants, set estudis inclosos en la revisió han realitzat un emmascarament de l'avaluador. Finalment, cinc dels estudis mostren informació sobre les pèrdues o abandonaments, i la majoria dels estudis no descriuen els efectes adversos, una variable d'interès per a aquesta revisió.

Així doncs, els efectes adversos han estat avaluats d'una manera poc sistemàtica. Sis estudis no donen cap tipus d'informació i dos estudis consideren segura la intervenció, encara que tampoc ofereixen adequadament la informació. Únicament dos estudis manifesten que no troben efectes adversos durant la intervenció. Addicionalment, un estudi comenta l'augment de la fatiga muscular, malgrat que no es considera com un efecte advers pròpiament, sinó un aspecte propi de l'entrenament, que cal considerar-lo.

Finalment, tot i que la revisió mostra la variabilitat dels estudis realitzats amb vibracions de cos sencer en persones amb malalties neurodegeneratives, és la primera revisió que aporta resultats agregats en una metanàlisi. Ara bé, el limitat nombre d'estudis i els defectes metodològics que aquests presenten comporta que no hi hagi suficient evidència per confirmar/defensar l'ús de la vibració de cos sencer en aquest tipus de població.

Discussió dels aspectes generals

Tot i que en realitat s'espera que una revisió clarifiqui de forma raonable les incerteses que la pregunta clínica suscita (191), les dues revisions sistemàtiques que es presenten arriben a conclusions que en determinats casos deixen aspectes per aprofundir, obrint camí cap a futures investigacions. Així doncs, si bé les caigudes representen un dels accidents més freqüents en la població geriàtrica espanyola (10), l'eficàcia de l'entrenament amb vibracions mecàniques per prevenir-les no ha estat demostrada. Únicament es té en compte aquesta variable en un estudi, i tal com els mateixos autors comenten, no va ser avaluada adequadament (168). Així doncs, futurs estudis en la prevenció de caigudes haurien de tenir en compte les recomanacions de la xarxa d'investigació ProFaNE (192), per tal d'incorporar els suggeriments relacionats amb la pròpia definició de caigudes, la identificació de variables d'estudi, l'ús d'escales relacionades amb la qualitat de vida o tenir en compte no només les lesions físiques relacionades amb la caiguda, sinó també les psicològiques.

L'ús de l'entrenament amb vibracions mecàniques en la població geriàtrica no demostra una superioritat respecte d'un l'exercici físic o tractament convencional, tal com s'ha pogut demostrar també amb la revisió com amb l'assaig clínic. L'eficàcia demostrada en la densitat mineral òssia del coll femoral és tan lleu, que se'n qüestiona la rellevància clínica. Aquestes troballes en la densitat mineral òssia estan en consonància amb les d'una revisió sistemàtica, tot i que l'estimació de l'efecte global que obtenen encara és menor a la nostra (135).

En canvi, els efectes obtinguts en l'equilibri i la força isomètrica en les vibracions mecàniques són superiors respecte d'un grup control o placebo (el qual realitza el mateix exercici sense la vibració bé no canvia les rutines diàries), especialment dirigides a persones grans institucionalitzades en centres geriàtrics, una població amb major risc de caiguda (177). Els

resultats es basen en una intervenció de 6 setmanes amb tres sessions per setmana. Aquestes troballes estan en consonància amb les d'una recent revisió sistemàtica (169) tot i que cal tenir en compte que les evidències estan fonamentades en estudis de baixa qualitat metodològica, com la nostra revisió. Així doncs, ens mostrem prudents en les nostres conclusions, ja que cal més recerca en aquest sentit.

L'eficàcia de les vibracions en les persones afectades de malalties neurodegeneratives no ha estat demostrada per la gran heterogeneïtat de les intervencions, variables i grups comparadors. Així doncs, no hi ha suficient evidència per valorar l'efecte de les vibracions en aspectes clínicament rellevants com ara la funcionalitat en les activitats de la vida diària. Tampoc s'ha pogut avaluar l'efecte potencial de les vibracions mecàniques en aspectes com ara l'equilibri, la qualitat de vida, la força muscular o la disminució de signes i símptomes de la malaltia. Els nostres resultats estan en consonància amb dues revisions sistemàtiques narratives que evidencien limitacions metodològiques importants en els estudis, tot i que no presenten els resultats agrupats en una metanàlisi (132,134).

Reptes metodològics dels assaigs clínics en fisioteràpia geriàtrica i vibracions mecàniques

Cal tenir en compte que les dues revisions sistemàtiques presentades no poden donar una resposta concloent, en gran part perquè la informació que en forma el cos, no és de prou qualitat o bé no hi ha suficients estudis per extreure una resposta a la qüestió clínica plantejada (191). Amb aquesta idea de base s'aporta aquí una reflexió de cara a futures investigacions sobre les vibracions mecàniques en gent gran o amb malalties neurodegeneratives. Aquestes propostes estan derivades directament de les revisions realitzades i són aspectes que tenen a veure amb deficiències que

han condicionat els resultats de les mateixes revisions i les podem englobar en els següents punts:

- Metodologia de l'estudi
- Heterogeneïtat de les intervencions avaluades
- Avaluacions de les variables
- Presentació dels resultats

▪ Metodologia de l'estudi

En la següent taula es recullen diversos aspectes que avaluen la qualitat metodològica dels estudis inclosos en les dues revisions, tant si estan dirigits a la població geriàtrica com a la població que presenta malalties neurodegeneratives (taula 9). Tal com podem veure, i com que els criteris d'inclusió dels estudis en les revisions requerien que fossin un assaig clínic aleatori, aquest primer element sol estar present en tots els estudis. No obstant això, en 8 treballs sobre els 26 totals, la generació de la seqüència no s'ha presentat amb prou claredat i ha comportat haver de consultar els autors en alguns casos. En línia amb aquestes deficiències, hem de destacar que l'ocultació de l'assignació no es va realitzar en la majoria dels estudis inclosos (només en 5/26). D'altra banda, un dels aspectes que poden reduir el risc de biaix és l'emascament de la intervenció i, en aquest cas, la dificultat d'emascament en les intervencions amb fisioteràpia sovint es pot resoldre mitjançant una intervenció simulada (*sham*). Tot i així, no sempre és factible, ja que depèn de quin tipus d'intervenció s'estigui avaluant: en casos d'intervencions relacionades amb l'electroteràpia la intervenció *sham* pot ser possible, però en d'altres intervencions com ara l'exercici, la teràpia manual o l'educació per a la salut és més difícil (193). Dos estudis inclosos en les revisions d'aquesta tesi han emmascarat la intervenció (*sham*). En canvi, 6 dels 26 estudis han emmascarat l'avaluació i

han comportat una disminució del risc de biaix en aquests estudis. Finalment, la descripció de les pèrdues o dels abandonaments és un dels aspectes més explicats i es descriuen en 17 dels 26 estudis. Un aspecte no recollit en la taula, però sí en les revisions és la grandària de la mostra, de la qual habitualment no es descriu el càlcul i és poc representativa. Amb tot això, els estudis inclosos en les revisions d'aquesta tesi estan en consonància amb els resultats que exposa Moseley en la seva revisió sobre la qualitat de les investigacions. Encara són pocs els assaigs clínics que tenen en compte aspectes directament relacionats amb la disminució del risc de biaix: ocultació de l'assignació als grups, el cegament i un seguiment adequat dels participants (193).

Taula 9. Descripció de la qualitat metodològica dels assaigs inclosos en les revisions d'aquesta tesi

Estudi (autor, any)	Generació de la seqüència d'aleatorització	Ocultació de l'assignació	Emmascarament de la intervenció o dels avaluadors	Descripció de les pèrdues o dels abandonaments
Arias, 2009 (136)	Sí (model de distribució, A:Experimental, B:Placebo)	Sí (model de distribució: ABBA)	Avaluadors	Sí
Baum, 2007 (194)	Sí	No	No	No
Bautmans, 2005 (142)	Sí	No	Intervenció	Sí
Bogaerts (195-197) vàries publicacions de la mateixa investigació	Sí	No	No	Sí
Broekmans, 2010 (188)	No és clar	No	No	Sí
Bruyere, 2005 (158)	Sí	No	No	Sí
Corrie, 2007 (198)	Sí	No és clar	Intervenció	No és clar
Cheung, 2007 (199)	Sí	Sí	No	Sí
Chouza, 2011(187)	No és clar	No	No	No

Ebersbach, 2008 (139)	Sí (<i>alternating allocation</i>)	Sí (<i>alternating allocation</i>)	Avaluadors	Sí
Gusi/Raimundo (200,201) vàries publicacions de la mateixa investigació	Sí	No	No	Sí
Haas, 2006(185)	Quasi aleatoritzat	No	No	Sí
Haas, 2006 (155)	No és clar	No és clar	No	Sí
Iwamoto, 2005 (168)	Sí	No	No	No
Jackson, 2008 (156)	No és clar	No	Avaluadors	No
Johnson, 2007 (202)	Sí	No	No	Sí
Machado, 2009 (140)	Sí	No	No	Sí
Rees (177,203,204) vàries publicacions de la mateixa investigació	Sí	No	No	Sí
Roelants, 2004 (164)	Sí	No	No	Sí
Rubin, 2004 (160)	Sí	Sí	Intervenció i avaluadors	Sí
Russo, 2003 (137)	Sí	No	No	Sí
Schuhfried, 2005 (130)	No és clar	No	Avaluadors	No
Schyns, 2009 (189)	No és clar (aleatoritzat per <i>drawing a number from an envelope</i>)	No (<i>probably of not being concealed</i>)	Avaluadors	Sí
Trans, 2009 (205)	Sí	Sí	No	Sí
Turbanski, 2005 (186)	No és clar (els participants van ser dividits equitativament al grup experimental i al grup control)	No	No	No
Vershueren, 2004 (141)	Sí	No	No	No

Dues revisions sistemàtiques que analitzen la qualitat metodològica dels assaigs clínics aleatoritzats en fisioteràpia (70) i en diversos camps de la medicina (206) posen de manifest la necessitat de continuar treballant per reduir els defectes metodològics que els estudis realitzats tant en fisioteràpia com en d'altres camps (l'otorinolaringologia, la psiquiatria, l'oncologia) encara presenten, tal com hem pogut veure, els estudis amb vibracions mecàniques, també. Tot i que encara hi ha mancances importants en el disseny dels assaigs clínics en fisioteràpia, des de ja fa unes quantes dècades fins ara, hi ha hagut una evolució i millora important en el seu desenvolupament (70,206). S'han creat múltiples escales per mesurar la qualitat dels estudis, com ara les escales Jadad, Maastricht, Delphi List, MAL (Maastricht-Amsterdam List), van Tulder, i Bizzini (Olivo 2008), tot i que en fisioteràpia les més utilitzades són Delphi List (207), PEDro (208) i Jadad, per la seva brevetat (209). Les revisions Cochrane utilitzen també un sistema propi per a la valoració de la qualitat dels estudis, a banda de Jadad o Delphi List en alguns grups (210,211). En general, totes les escales tenen en comú la valoració d'elements com ara aleatorització dels participants, ocultació de l'assignació, cegament i càlcul de la grandària de la mostra. Altres elements no tan habituals, però que també es recullen en d'altres escales estan relacionats amb l'anàlisi estadística apropiada, la descripció dels abandonaments i pèrdues, la comparació basal, els criteris d'inclusió i exclusió i l'ús de l'anàlisi per intenció de tractar.

La base de dades PEDro no avalua tots els aspectes rellevants d'un estudi (77), però el fet de donar una puntuació final en cada investigació facilita una orientació del seu nivell de qualitat i, per tant, afavoreix l'aplicació del coneixement científic a la pràctica clínica (211). Tot i així, moltes de les escales parteixen de la Delphi List, com és el cas de l'escala de PEDro (208).

■ Heterogeneïtat de les intervencions avaluades

L'heterogeneïtat de les intervencions que utilitzen vibracions de cos sencer és un aspecte reiteratiu en la literatura (120,131,132,134,135,161). La manca d'homogeneïtat condiona la anàlisi posterior estadística de la revisió i, molt sovint, no hi ha la possibilitat de realitzar una metanàlisi. Les dues revisions que integren aquesta tesi permeten establir unes línies comunes respecte del protocol de tractament de les intervencions amb vibracions de cos sencer:

- a. **La durada de la intervenció:** La durada de les intervencions descrita en els protocols és molt variable, tot i que en general es pot concloure que 8 setmanes és la necessària per arribar a obtenir adaptacions al sistema neuromuscular (161). En persones institucionalitzades, fins i tot s'han vist millores de l'equilibri a les 6 setmanes, tal com hem pogut veure en el nostre estudi, en consonància amb dos estudis previs (142,158). Amb relació a la millora de la densitat mineral òssia es recomana una durada major, de 6 a 8 mesos. No hi ha cap estudi que hagi avaluat l'efecte de les vibracions sobre les caigudes. La literatura no és gaire conclusiva en aquest tema, ja que no hi ha un consens clar respecte de la durada de les intervencions (de 6 setmanes a 9 mesos) (113). En aquest sentit, s'han de tenir presents les recomanacions que des de la xarxa europea ProFaNE suggereixen per tal d'evidenciar l'efecte de les intervencions plantejades en la prevenció de caigudes, que aconsellen intervencions llargues i sobretot que tinguin en compte un seguiment de l'efecte de 12 mesos (192). En canvi, respecte de les intervencions d'exercici aplicades en persones afectades de malalties neurodegeneratives, es recomana que aquest seguiment sigui inferior, aproximadament de 6 mesos, donades les característiques pròpies d'aquestes malalties (183).

- b. **Progressió dels exercicis:** paràmetres com el nombre, la càrrega o la dificultat dels exercicis, el nombre de repeticions i, fins i tot, la disminució dels temps de repòs, s'han detallat poc als estudis, malgrat que són indispensables en la programació d'un entrenament. El tipus d'exercicis és un aspecte principal a tenir en compte. Els exercicis on predominen accions isomètriques poden ser adequats en una fase inicial del treball amb vibracions de cos sencer, però també s'ha de tenir present que la majoria d'accions de la vida diària requereixen accions excèntriques (212). Una revisió sistemàtica que avalua la preservació de la força en gent gran, conclou que la reserva funcional és major en les accions excèntriques respecte de les accions concèntriques (109), i suggereix que aquesta reserva pot ser clínicament rellevant a l'hora d'iniciar l'entrenament de la resistència muscular i la rehabilitació en persones que presenten debilitat muscular (109). Es recomana, doncs, un treball muscular que estimuli les dues accions musculars, tenint en compte també que la resposta a l'estímul de la vibració depèn d'aspectes com ara la longitud inicial del múscul (comportant major resposta a major elongació del múscul) (213,214).
- c. **Paràmetres de la vibració:** A partir de les dues revisions podem obtenir una visió global dels paràmetres de vibració utilitzats en els estudis individuals, tot i la dificultat per estandarditzar-los, ja que cada persona respon de manera diferent a un mateix paràmetre de vibració i que cada múscul té un llindar de vibració òptim pel seu màxim desenvolupament (215). La següent taula resumeix els diferents paràmetres utilitzats en els estudis individuals inclosos en les dues revisions d'aquesta tesi:

Taula 10. Paràmetres de vibració utilitzats en els estudis inclosos en les revisions d'aquesta tesi

Paràmetres de vibració		Plataforma rotacional	Plataforma vertical	Plataforma multi-dimensional
Gent Gran	Freqüència	10 a 28 Hz	20 a 40 Hz	-
	Amplitud	0,70 a 8 mm	1,7 a 5mm	
	Rang de temps de vibració per sessió	1 a 8 minuts	1,5 a 30 minuts	
Persones afectades de malalties neuro-degeneratives	Freqüència	2 a 26 Hz	20 a 50 Hz	6Hz
	Amplitud	6 a 14 mm	2,5 mm	3mm
	Rang de temps de vibració per sessió	30 segons a 5 minuts	2,5 a 16,5 minuts	5 minuts

La dificultat de consens en els aspectes relacionats amb la intervenció és un fet generalitzable a la fisioteràpia. Un exemple evident el podem trobar en les recomanacions de l'exercici físic per prevenir caigudes en persones grans o en persones amb malalties neurodegeneratives. Tal com s'ha exposat en la introducció, encara no hi ha un consens clar en la durada, el nombre de sessions o fins i tot el tipus d'exercici (25,180-184,216). Una revisió sistemàtica que avalua els beneficis de la rehabilitació per millorar la funció física en les persones institucionalitzades (217) confirma la utilitat i seguretat de la fisioteràpia en persones institucionalitzades i redueix la discapacitat per a les activitats quotidianes i el seu paper en la prevenció d'efectes adversos. Malauradament, no es pot recomanar quina intervenció és millor que l'altra perquè no hi ha suficient evidència. Això mateix passa també en les investigacions realitzades amb persones amb la malaltia de Parkinson, en les quals novament es ressalta que no hi ha suficient evidència per concretar un determinat protocol d'exercicis (183). Finalment, un aspecte important és la necessitat d'estudis llargs per confirmar l'efecte de

la rehabilitació física, bé sigui en persones grans institucionalitzades, o en persones afectades de malalties neurològiques, com ara la malaltia de Parkinson (101,183,216) o d'esclerosi múltiple (181,218).

■ Avaluacions de les variables

Un problema important que ha comportat limitacions en les revisions sistemàtiques realitzades és la gran diversitat de mètodes utilitzats per avaluar una mateixa variable. Pel que fa a la variable funció muscular, el grup muscular més avaluat ha estat el quàdriceps femoral. Aquest grup muscular ha estat avaluat en diferents tipus d'activacions musculars, tal com s'ha explicat en la introducció d'aquesta tesi, i això ha comportat una dificultat per la seva metanàlisi. Pel que fa a l'equilibri, s'han registrat fins a 15 proves diferents (recollides en les revisions), la qual cosa ha generat una major dificultat, ja que tampoc hi ha hagut una homogeneïtzació respecte del grup control (comparador). Tot i així, el *Timed Up and Go test*, el *Tinetti test* i el *Functional Reach test* han estat els més habituals. Finalment, un aspecte a tenir en compte és que els resultats de les variables s'haurien de poder relacionar amb aspectes de rellevància clínica. A vegades les variables escollides són poc sensibles a detectar un canvi que pugui afectar aspectes funcionals en les persones grans o amb malalties neurodegeneratives, tal com assenyala Keus (183). Així doncs, també es recomana la utilització de variables que estiguin lligades a aspectes relacionats amb les activitats de la vida diària i mobilitat funcional.

■ Presentació de resultats

Els treballs inclosos en les revisions realitzades mostren una mancança important en la seva presentació de resultats. Un exemple d'això, entre d'altres, és que en alguns estudis s'han presentat els resultats en forma de gràfics, sense els resultats de la mitjana i desviació estàndard, necessaris per a la realització d'una metanàlisi.

Cal tenir present que cap de les escales d'avaluació de la qualitat abans descrites, s'adiu suficientment a les característiques que presenta un assaig clínic en fisioteràpia, sobretot perquè els assaigs clínics en aquest camp són molt més complexos que els assaigs clínics farmacològics (211). En aquest sentit, no es tenen presents alguns aspectes tan necessaris com ara el tractament o la mesura de les variables (211). Les intervencions són complexes i sovint difícils de descriure, estandarditzar i realitzar. Això comporta que els resultats poden estar influïts per l'experiència dels centres o dels professionals (fisioterapeutes en aquest cas) que les apliquen. Aquests aspectes són els que precisament han condicionat una extensió del *CONSORT Statement* per als estudis que avaluen intervencions no farmacològiques, com seria el cas dels realitzats en fisioteràpia (219,220). L'objectiu del *CONSORT Statement* per als estudis que avaluen intervencions no farmacològiques és proporcionar una guia als investigadors sobre com millorar la presentació dels resultats de les seves investigacions. Així doncs, no és un instrument destinat a valorar la qualitat dels estudis, sinó que vetlla per la transparència a l'hora de transmetre els resultats de la recerca realitzada, facilitant al lector una comprensió millor del disseny, realització, anàlisi i interpretació d'un assaig clínic i permetent-ne avaluar la validesa dels resultats. El *CONSORT Statement* per a estudis que avaluen intervencions no farmacològiques (219-221) amplia 11 aspectes dels ja existents al *CONSORT Statement* (94,222), n'hi afegeix un de nou i modifica

el diagrama de flux dels pacients. Així doncs, els elements nous que s'incorporen es detallen a la guia següent (taula 11).

Taula 11. Guia dels aspectes que incorpora l'extensió Consort per a intervencions no farmacològiques

	Núm. de l'apartat en el <i>CONSORT Statement</i>	
Títol i Resum	1	Introduir la descripció del tractament experimental i la del comparador. Addicionalment s'aconsella incloure informació sobre els professionals sanitaris que realitzen el tractament, els centres i, si existeix, cegament. En cas de no ser possible emmascarar els participants o els professionals sanitaris, cal especificar si hi ha hagut un emmascarament de l'avaluació.

MÈTODES

Participants	3	Descriure els criteris de selecció dels centres, igualment com els dels professionals que realitzen la intervenció. Aquests aspectes es tenen en compte ja que s'ha vist que poden influir en els resultats de les investigacions (223). Així doncs, l'experiència dels centres fa referència al nombre d'intervencions que realitzen i la dels professionals, per la categoria, els anys d'experiència, el nombre d'intervencions practicades o bé si han realitzat algun tipus d'entrenament específic abans d'iniciar l'estudi.
Intervencions	4	Les intervencions en fisioteràpia poden variar molt i generalment són complexes a l'hora de reproduir-les. Per aquesta raó, aquest apartat és especialment interessant ja que es recomana aportar la màxima informació del tractament que en permeti la comprensió i la futura pràctica i també la reproductibilitat del mateix per l'investigador. També cal descriure el tractament que ha rebut el grup control, ja que en fisioteràpia és molt probable que sigui una altra intervenció activa.

	4A	Es recomana una descripció de cada sessió de tractament de fisioteràpia: com es realitza (individual o en grup), la informació que rep cada participant, què pot intercanviar amb altres participants, igualment com els instruments utilitzats per transmetre la informació. Addicionalment, es recomana informació sobre el nombre de sessions, durada tant de la sessió com de tota la intervenció i, finalment, la durada de la part principal de la sessió. Si s'escau, s'aconsella detallar-ne el procediment per personalitzar les intervencions.
	4B	Descriure com es van estandarditzar les intervencions, sobretot les multicèntriques o bé les que hi intervinguin uns quants professionals.
	4C	Explicar com es va avaluar o millorar el compliment del protocol per part dels professionals.
Grandària de la mostra	7	Si s'escau, es recomana que es descrigui com es tracten les possibles agrupacions (<i>clusters</i>) de centres o professionals
Aleatorització	8	En aquest apartat es parla de la generació de la seqüència d'assignació aleatòria. A part d'explicar els mètodes utilitzats per a la seva generació, també es recomana que es detalli la informació sobre com es van assignar els centres i els professionals. Aquest apartat recull l'experiència dels diferents centres o dels professionals, un fet que podria condicionar la predilecció per un tractament o altre i, per tant, comportar un possible biaix.
Cegament	11A	En aquest punt, a part d'explicar si s'ha ocultat la intervenció als participants, als professionals que apliquen la intervenció o als avaluadors, és important descriure si els professionals que apliquen tractaments concomitants, coneixen quina intervenció rep cada participant.
	11B	Addicionalment, s'aconsella descriure el mètode d'emascarament i la semblança de les intervencions.
Mètodes estadístics	12	Igualment com es van detallar les possibles agrupacions de centres o professionals en el càlcul de la grandària de la mostra, en l'anàlisi estadístic també s'haurà de tenir en compte i explicar com es recull aquest aspecte.

RESULTATS

Flux de participants	13	Descriure el nombre de participants assignats aleatòriament en cadascun dels grups, el nombre dels qui van rebre el tractament al grup assignat i el nombre dels qui van completar el protocol, juntament amb els motius. Addicionalment, es recomana que en els estudis relacionats amb la rehabilitació s'especifiqui el nombre de professionals o centres que realitzen la intervenció en cada grup i el nombre de participants tractats per cada professional o centre.
Implementació de la intervenció en ambdós grups	Apartat nou	En aquest punt, s'aconsella que es detalli la manera com es va administrar el tractament tant l'experimental com el comparador, ja que molt possiblement hi hagi diferències entre el que es va planificar i la forma en què finalment es va administrar.
Dades basals	15	Descripció dels professionals (volum de casos, experiència) i dels centres (volum de casos atesos) en cada grup.

DISCUSSIÓ

Interpretació	20	En aquest apartat de la discussió, a part de les recomanacions que el propi <i>CONSORT Statement</i> detalla, com ara la interpretació dels resultats en funció de la hipòtesi i els possibles biaixos, es recomana que es tingui en compte l'elecció del comparador, la manca de cegament total o parcial, i l'experiència diferent que poden tenir els professionals o els centres.
Generalització	21	Es recomana tenir en compte la generalització (validesa externa) de l'estudi en consonància amb la intervenció, del comparador, dels participants, dels professionals i dels centres que participen en l'estudi, ja que són elements determinants en els resultats obtinguts. Així doncs, s'aconsella que es descrigui en quin centre es pot realitzar la intervenció avaluada o si és aplicable en altres centres.

Tot i que l'extensió del *CONSORT Statement* per a intervencions no farmacològiques pot ser una guia molt útil per als futurs fisioterapeutes investigadors, la *International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions* va reunir experts sobre vibracions de cos sencer per tal de crear una ampliació específica per als estudis que avaluin les vibracions mecàniques de cos sencer (129), donada la gran variabilitat de les intervencions que s'hi presenten. Les recomanacions recullen sobretot aspectes relacionats amb la nomenclatura dels paràmetres de vibració i amb la intervenció (participants). En aquest sentit, es recomana que la presentació de resultats dels futurs estudis tinguin en compte els aspectes següents detallats a la taula 12.

Taula 12. Ampliació de les recomanacions CONSORT per a intervencions no farmacològiques per als estudis de vibracions mecàniques de cos sencer.

Aspectes relacionats amb l'aparell

1. Descripció del tipus l'aparell comercial i marca
2. Tipus de vibració: generada per una plataforma vertical (sincrònica), rotacional (alternant) o altres tipus
3. Freqüència/es de vibracions (expressada en Hz)
4. Desplaçament pic a pic de la vibració (*Peak-to-peak displacement*) (expressat en mil·límetres)
5. Pic d'acceleració (o bé mitjana de l'arrel quadrada de l'acceleració), preferiblement en múltiples de la g (9,81 ms⁻²)
6. Precisió dels paràmetres de vibració, preferiblement basats en els resultats de la literatura o bé en els d'una prova pilot realitzada en un grup apropiat d'estudi
7. Si s'escau, descripció de si es va avaluar el lliscament dels peus (224)
8. Canvis en els paràmetres de la vibració durant el curs de l'estudi
9. Raons per triar els paràmetres específics de la vibració: basades en la literatura, en estudis pilot o en consideracions biològiques?

Aspectes relacionats amb els participants de l'estudi

10. Descripció dels dispositius de suport durant WBV: per exemple, cap (la persona està dreta lliurement), agafant-se al suport de mans de la plataforma vibratòria, o altres dispositius de suport.
11. Tipus de calçat: els peus descalços, els mitjons, les sabates o altres
12. Posició del cos/postura del participant en estar dret a la plataforma (per exemple, angle de flexió del genoll i del maluc, damunt d'una o de dues cames, recolzat amb els dits del peu o amb els talons, el tronc en posició vertical o inclinat cap endavant)
13. Si s'escau, descripció de l'exercici realitzat a la plataforma (per exemple, els exercicis estàtics o dinàmics)

Finalment, tot i les limitacions presentades fins ara, el treball realitzat en les dues revisions ofereix una informació que pot guiar les futures investigacions que es plantegin en fisioteràpia i vibracions mecàniques. Així doncs, de cara a demostrar l'eficàcia de les vibracions mecàniques en persones grans o amb malalties neurodegeneratives s'haurien d'incorporar les millores dels aspectes metodològics explicats anteriorment en el disseny dels futurs estudis. En cas de voler avaluar l'eficàcia, es recomana comparar la intervenció amb un control passiu o placebo. Els comparadors actius ofereixen, en canvi, l'estudi d'una millora addicional respecte d'un tractament prèviament validat, com seria el cas dels exercicis d'equilibri o de resistència muscular. Altres aspectes relacionats amb una major grandària de la mostra, l'avaluació de variables rellevants des d'un punt de vista clínic, tenint en compte les escales i tests utilitzades en anteriors estudis, i una major homogeneïtat en les intervencions, són aspectes que ajudaran a clarificar en el futur l'ús de les vibracions mecàniques en aquesta població.

Com a darrer apunt, igualment com es recomana l'ús d'estàndards internacionals de publicació per als assajos clínics que avaluen intervencions no farmacològiques, les revisions realitzades també s'han acollit als criteris PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) de cara a la seva publicació (225).

CONCLUSIONS

Implicacions per a la pràctica clínica

- No s'ha demostrat l'eficàcia de les vibracions mecàniques per a la prevenció de caigudes, perquè no hi ha estudis que avaluïn adequadament aquesta variable.
- L'entrenament amb vibracions mecàniques no comporta millores en la força muscular o l'equilibri respecte d'un exercici físic o programa convencional de fisioteràpia. Tot i això, la millora obtinguda en la densitat mineral òssia no sembla ser clínicament rellevant.
- S'ha demostrat l'eficàcia de l'ús de vibracions mecàniques per a l'entrenament de l'equilibri i la força o potència muscular en persones grans respecte d'un grup control passiu (placebo).
- La millora obtinguda en l'equilibri mitjançant vibracions mecàniques respecte d'un grup control passiu (placebo) s'ha observat especialment en persones institucionalitzades.
- No s'ha realitzat cap assaig clínic per avaluar l'eficàcia de les vibracions en pacients amb la malaltia d'Alzheimer. Majoritàriament, les vibracions mecàniques han estat aplicades únicament en la malaltia de Parkinson i esclerosi múltiple. No se n'ha pogut determinar l'eficàcia per la gran heterogeneïtat de les intervencions. Únicament, se n'ha demostrat l'efecte agut en la millora de la marxa en persones afectades de Parkinson.

Implicacions per a la recerca

- Es necessiten estudis amb un nombre important d'individus, amb un acurat disseny i seguiment dels efectes a llarg termini que permetin avaluar l'eficàcia de les vibracions de cos sencer en el nivell d'activitat de la persona o en problemes importants per a la salut pública, com ara les caigudes.
- Cal establir una homogeneïtzació en les variables d'estudi, les quals haurien de tenir en compte aspectes de millora funcional en les activitats de la vida diària de la persona.
- El disseny dels futurs estudis de fisioteràpia haurien de preveure aspectes com ara l'ocultació de l'assignació de la intervenció, l'emascament de l'avaluador (si no és possible el de la intervenció), el càlcul de la grandària d'una mostra suficient i la descripció de les pèrdues i abandonaments.
- Finalment, a l'hora de presentar els resultats de les futures investigacions es recomana l'ús del *Consort Statement* per a intervencions no farmacològiques i, explícitament, la seva aplicació a les intervencions amb vibracions mecàniques. Això permetria la realització de millors revisions sistemàtiques per valorar els efectes d'aquesta intervenció.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Fleming KC, Evans JM, Weber DC, Chutka DS. Practical functional assessment of elderly persons: a primary - care approach. Mayo Clin Proc 1995;70:890-910.
- (2) Benítez del Rosario MA, Armas J. Papel de la Atención Primaria en la asistencia al anciano. Cuadernos de Gestión 1996;2(3):118-130.
- (3) Nello A (Coord.). Atenció a la gent gran: disseny d'un projecte d'intervenció al Poble Sec de Barcelona i elaboració d'una proposta de codi ètic específic. Barcelona: Ethos Ramon Llull; 2008 [citad el 27 de maig del 2012]. Disponible a: <http://ethos.url.edu/categories/Biblioteca/>
- (4) González JI, Salgado A. Manejo del paciente en Atención Primaria. Líneas Guía. Aten Primaria 1992;9(4):63-68.
- (5) OMS. Aplicaciones de la epidemiología al estudio de los ancianos. Serie de Informes Técnicos N° 706. Ginebra; 1984.
- (6) Generalitat de Catalunya. Departament de Salut [homepage a Internet]. Barcelona:Generalitat de Catalunya;2009 [actualitzat 11 d'octubre del 2011;citad el 27 de maig del 2012]. Informe de salut a Catalunya. Avaluació dels objectius de salut;[aprox 3 pantalles]. Disponible a: <http://www20.gencat.cat/portal/site/pla-salut>
- (7) Instituto Nacional de Estadística (INE) [homepage a Internet]. Madrid: INE; 2011 [actualitzat el 2011;citad el 23 d'agost del 2011]. Análisis y estudios demográficos; [aprox. 3 pantalles]. Disponible a: <http://www.ine.es/ine/ine.htm>

(8) Da Silva Gama ZA. Incidencia, factores de riesgo y consecuencias de caídas en ancianos institucionalizados de la región de Murcia. Murcia: Universitat de Murcia, departament de fisioteràpia; 2009.

(9) Generalitat de Catalunya. Departament de Salut. Enquesta de salut a la població institucionalitzada de Catalunya, 2006. Residències i centres de llarga estada. Generalitat de Catalunya Departament de Salut 2010:25 de setembre 2011.

(10) Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO) [homepage a Internet]. Madrid: IMSERSO; 2009 [actualitzat el 11 de novembre del 2011; citat el 27 de maig del 2012]. Personas mayores en España. Datos estadísticos estatales y por comunidades Autónomas. Tomo I; [aprox.13 pantalles]. Disponible a:

<http://www.imsersomayores.csic.es/estadisticas/informemayores/informe2008/index.html>

(11) Baztán JJ. Función y fragilidad: ¿qué tenemos que medir? Rev Esp Geriatr Gerontol 2006;41(1):36-42.

(12) Selva A, San José A, Solans R, Vilardell M. Características diferenciales de la enfermedad en los ancianos. Fragilidad. Medicine 1999;7(124):5789-5796.

(13) Casado Marín D, Puig Junoy J, Puig Peiró R. El impacto de la demografía sobre el gasto sanitario futuro de las Comunidades Autónomas. Fundación Pfizer 2009:23 d'agost del 2011.

(14) Michel JP, Robin J. A new general theory of population ageing. The Geneva Papers on Risk and Insurance. 2004;29(4):667-678.

(15) Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. Scand J Med Sci Sports 2006;16(1):3-63.

(16) Da Silva Gama ZA, Gómez-Conesa A. Epidemiología de caídas de ancianos en España. Una revisión sistemática, 2007. Rev Esp Geriatr Gerontol 2008;82(1):43-56.

- (17) Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing* 2006;35(2):ii37-ii41.
- (18) Stalenhoef PA, Crebolder HF, Knottnerus JA, Van der Horst FG. Incidence, risk factors and consequences of falls among elderly subjects living in the community. A criteria-based analysis. *Eur J Public Health* 1997;7(3):328-334.
- (19) Séculi E, Brugulat P, March J, Medina A, Martínez V, Tresserras R. Las caídas en los mayores de 65 años: conocer para actuar. *Aten Primaria* 2004;34(4):178-183.
- (20) Skelton D, Salvà A. Prevención de caídas basada en la evidencia en Europa. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2005;40(2):64-69.
- (21) Hauer K, Lamb SE, Jorstad EC, Tood C. Systematic review of definitions and methods of measuring falls in randomised controlled fall prevention trials. *Age Ageing* 2006;35:5-10.
- (22) Skelton DA, Tood C. What are the main risk factors for falls among older people and what are the most effective interventions to prevent these falls? How should intervention to prevent falls be implemented? World Health Organisation 2004.
- (23) Rubenstein LZ. Intervenciones para reducir los riesgos multifactoriales de caídas. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2005;40(2):45-53.
- (24) Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Lamb SE, Gates S, Cumming RG et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;15(2):CD007146.
- (25) Anonymous. Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society Clinical Practice Guideline for Prevention of Falls in Older Persons. *J Am Geriatr Soc* 2010.
- (26) Anonymous. Guideline for the prevention of falls in older persons. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American

Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. *J Am Geriatr Soc* 2001;49(5):664-672.

(27) Lord SR, Dayhew J, Howland A. Multifocal glasses impair edge-contrast sensitivity and depth perception and increase the risk of falls in older people. *J Am Geriatr Soc* 2002;50(11):1760-1766.

(28) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1988;319:1701-1707.

(29) Neira M, Rodríguez-Mañas L. Caídas repetidas en el medio residencial. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2006;41(4):201-206.

(30) Tinetti ME, Inouye SK, Gill TM, Doucette JT. Shared risk factors for falls, incontinence and functional dependence. Unifying the approach to geriatric syndromes. *JAMA* 1995;273:1348-1353.

(31) Inouye SK, Studenski S, Tinetti ME, Kuchel GA. Geriatric Syndromes: Clinical, Research and Policy Implications of a Core Geriatric Concept. *J Am Geriatr Soc* 2007;55(5):780-791.

(32) Nandy S, Parsons S, Cryer C, Underwood M, Rashbrook E, Carter Y et al.; Falls Prevention piulot Steering Group. Development and preliminary examination of the predictive validity of the Falls Risk Assesment Tool (FRAT) for use in primary care. *J Public Health (Oxf)* 2004;26(2):138-143.

(33) Downton JH, Andrews K. Prevalence, characteristics and factors associated with falls among the elderly living at home. *Aging (Milano)* 1991;3(3):219-228.

(34) Scheffer AC, Schuurmans MJ, van Dijk N, van der Hooft T, de Rooij SE. Fear of falling: measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. *Age Ageing* 2008;37:19-24.

(35) Fisher RH. Caidas en la persona mayor y el papel de la geriatría. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2003;38:97-99.

- (36) Porta M, Miralles R, Conill C, Sánchez C, Pastor M, Felip J et al. Registro de caídas del Centro Geriátrico Municipal de Barcelona. Características de las caídas y perfil de los pacientes. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2001;36(5):270-275.
- (37) Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39:142-148.
- (38) Tinetti ME. Performance-Oriented Assessment of Mobility Problems in Elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1986;34:119-126.
- (39) Huxham FE, Goldie PA, Patla AE. Theoretical considerations in balance assessment. *Aust J Physiother* 2001;47(2):89-100.
- (40) Rose DJ. Equilibrio y movilidad con personas mayores. Badalona: Paidotribo; 2005.
- (41) Winter DA. ABC: Anatomy, biomechanics and control of balance during standing and walking. Waterloo: Waterloo Biomechanics; 1995.
- (42) Fort A. Valoració i entrenament del control neuromuscular per a la millora del rendiment esportiu [Tesi doctoral]. Barcelona: Universitat Ramon Llull; 2010.
- (43) Nitz JC, Hourigan SR. *Physiotherapy practice in residential aged care*. : Butterworth Heinemann; 2004.
- (44) Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait and Posture* 2002;16:1-14.
- (45) Tideiksaar R. Preventing falls: how to identify risk factors, reduce complications. *Geriatrics* 1996;5:43-53.
- (46) Carter ND, Kannus P, Khan KM. Exercise in the prevention of falls in older people: a systematic literature review examining the rationale and the evidence. *Sports Med* 2001;31:427-438.

- (47) Eng JJ, Pang MY, Ashe MC. Balance, falls, and bone health: role of exercise in reducing fracture risk after stroke. *J Rehabil Res Dev* 2008;45:297-313.
- (48) Ford-Smith CD, Wyman JF, Elswick RK Jr, Fernandez T, Newton RA. Test-retest reliability of the sensory organization test in noninstitutionalized older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76:77-81.
- (49) Buatois S, Gueguen R, Gauchard GC. Posturography and risk of recurrent falls in healthy non-institutionalized persons aged over 65. *Gerontology* 2006;52:345-352.
- (50) Mathias S, Nayak U, Isaacs B. Balance in elderly patients: the “Get Up and Go” test. *Arch Phys Med Rehabil* 1986;67:387-389.
- (51) Berg K, Wood-Dauphinée S, Williams JI, Gayton D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can* 1989;41:304-311.
- (52) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990;45(6):M192-7.
- (53) Lanska DJ. The Romberg sign and early instruments for measuring postural sway. *Semin Neurol* 2002;22:409-418.
- (54) Orr R. Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly. *Eur J Phys Rehabil Med* 2010;46:183-220.
- (55) Jensen J, Lundin-Olsson L, Nyberg L, & Gustafson Y. Fall and injury prevention in older people living in residential care facilities. A cluster randomized trial. *Ann Intern Med* 2002;136(10):733-741.
- (56) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al.; European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People . *Age Ageing* 2010;39(4):412-423.

- (57) Tous Fajardo J. Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Barcelona: Ergo, 1999.
- (58) Waters DL, Baumgartner RN, Garry PJ, Vellas B. Advantages of dietary, exercise-related, and therapeutic interventions to prevent and treat sarcopenia in adult patients: an update. *Clin Interv Aging* 2010;5:259-270.
- (59) Christie A, Snook EM, Kent-Braun JA. Systematic Review and Meta-Analysis of Skeletal Muscle Fatigue in Old Age. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(4):568-577.
- (60) Tinetti ME. Clinical practice, preventing falls in elderly persons. *N Engl J Med* 2003;348:42-49.
- (61) Kent-Braun JA. Skeletal muscle fatigue in old age: whose advantage? *Exerc Sport Sci Rev* 2009;37(1):3-9.
- (62) Helbostad JL, Sturnieks DL, Menant J, Delbaere K, Lord SR, Pijnappels M. Consequences of lower extremity and trunk muscle fatigue on balance and functional tasks in older people: A systematic literature review. *BMC Geriatr* 2010;10:56.
- (63) Avers D, Brown M. White paper: Strength training for the Older Adult. *J Geriatr Phys Ther* 2009;32(4):148-158.
- (64) Doherty TJ. Invited review: aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003;5:1717-1727.
- (65) Cancela JM, Ayan C, Varela S. La condición física saludable del anciano. Evaluación mediante baterías validadas al idioma español. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2009;44(1):42-46.
- (66) Cooper R, Kuh D, Cooper C, Gale CR, Lawlor DA, Matthews F, et al. FALCon and HALCyon Study Teams. Objective measures of physical capability and subsequent health: a systematic review. *Age Ageing* 2011;40(1):14-23.

- (67) Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* 1994;49(2):M85-M94.
- (68) Csuka M, McCarty D. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am J Med* 1985;78:77-81.
- (69) Bohannon RW, Shove ME, Barreca SR, Masters LM, Sigouin CS. Five-repetition sit-to-stand test performance by community-dwelling adults: A preliminary investigation of times, determinants, and relationship with self-reported physical performance. *Isokinet Exerc Sci* 2007;15:77-81.
- (70) Moseley AM, Herbert RD, Maher CG, Sherrington C, Elkins MR. Reported quality of randomized controlled trials of physiotherapy interventions has improved over time. *J Clin Epidemiol* 2011;64(6):594-601.
- (71) Colebrook D. Irradiation and health. A. ultra-violet irradiation of school children. *Spec Rep Ser Med Res Counc (G B)* 1929;131:1-47.
- (72) Doull JA, Hardy M, Clark JH, Herman NB. The effect of irradiation with ultra-violet light on the frequency of attacks of upper respiratory disease (common colds). *Am J Hyg* 1931;13:460-477.
- (73) Sherrington C, Moseley AM, Herbert RD, Alkins MR, Maher CG. Ten years of evidence to guide physiotherapy interventions:Physiotherapy Evidence database (PEDro). *Br J Sports Med* 2010;44(12):836-837.
- (74) Sackett DL, Rosenberg WM, Gray JA, Haynes RB, Richardson WS. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ* 1996;312(7023):71-72.
- (75) Sackett DL, Richardson WS, Rosenberg W, Haynes RB. Medicina basada en la evidencia. Cómo ejercer y enseñar la MBE. Madrid: Churchill Livingstone España; 1997.

- (76) Herbert R, Jamtvedt G, Mead J, Hagen KB. Evidence-based physiotherapy: what why and how? In: Practical evidence-based physiotherapy. London: Elsevier; 2005.
- (77) Maher CG, Sherrington C, Elkins M, Herbert RD, Moseley AM. Challenges for evidence-based physical therapy: Accessing and interpreting high-quality evidence on therapy. *Phys Ther* 2004;84(7):644-654.
- (78) Bonfill X, Gabriel R, Cabello J. La medicina basada en la evidencia. *Rev Esp Cardiol* 1997;50:819-825.
- (79) Gispert JP, Bonfill X. ¿Cómo realizar, evaluar y utilizar revisiones sistemáticas y metaanálisis? *Gastroenterol Hepatol* 2004;27(3):129-149.
- (80) PEDro, Physiotherapy Evidence Database [base de dades a internet]. Sydney: Centre of Evidence-Based Physiotherapy;1999.[citat el 29 de març del 2012]. Disponible a: <http://www.pedro.org.au/>.
- (81) Moseley AM, Sherrington C, Elkins MR, Herbert RD, Christopher GM. Indexing of randomised controlled trials of physiotherapy interventions: a comparison of AMED, CENTRAL, CINAHL, EMBASE, hooked on evidence, PEDro, PsycINFO and PubMed. *Physiotherapy* 2009;95(3):151-156.
- (82) Cabello JB. 11 preguntas para dar sentido a un ensayo clínico. Alicante: CASPe;2010 [citat el 23 de gener del 2012]; Accessible a: <http://www.redcaspe.org/que-hacemos/herramientas>.
- (83) Critical Appraisal Skills Programme Español (CASPe) [homepage a Internet]. Alicante: CASPe [actualitzat el 2012;citat el 19 de gener del 2012]. Programa de habilidades en lectura crítica España; [aprox.6 pantalles]. Disponible a : <http://www.redcaspe.org>.
- (84) Elkins MR, Herbert RD, Moseley AM, Sherrington C, Maher C. Rating the quality og trials in systematic reviews of physical therapy interventions. *Cardiopulm Phys Ther* 2010;21(3):20-6.

- (85) Higgins JP, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.1.9.[update March 2011]. The Cochrane Collaboration 2011.
- (86) Goordwin V, Finbarr CM, Husk J, Lowe D, Grant R, Potter J. The National Clinical Audit of Falls and Bone Health -secondary prevention of falls and fractures: a physiotherapy perspective. *Physiotherapy* 2010;96(1):38-43.
- (87) Metcalfe C, Lewin R, Wisner S, Perry S, Bannigan K, Klaber Moffett J. Barriers to implementing the evidence base in four NHS therapies: dietitians, occupational therapists, physiotherapists, speech and language therapists. *Physiotherapy* 2001;87:433-441.
- (88) Turner P, Mjølne I. Journal provision and the prevalence of journal clubs: a survey of physiotherapy departments in England and Australia. *Physiother Res Int* 2001;6:157-169.
- (89) Haynes B, Haines A. Barriers and bridges to evidence based clinical practice. *MBJ* 1998;317:273-76.
- (90) Young JM, Glasziou P, Ward JE. General practitioners' self ratings in evidence-based medicine: validation study. *BMJ* 2002;324:950-951.
- (91) Howe TE, Rochester L, Neil F, Skelton DA, Ballinger C. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;11:CD004963.
- (92) Cameron ID, Murray GR, Gillespie LD, Robertson MC, Hill KD, Cumming RG, et al. Interventions for preventing falls in older people in nursing care facilities and hospitals. *Cochrane Database Syst Rev* 2010;20(1):CD005465.
- (93) Karvonen M, Kentala K, Mustala O. The effects of training heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 1957;35:307-315.
- (94) Schulz KF, Altman DG, Moher D, for the CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Ann Intern Med* 2010;152.

- (95) Liu CJ, Latham N. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;8(3):CD002759.
- (96) Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Res Rev* 2010;9(3):226-237.
- (97) Roig M, Shadgan B, Reid WD. Eccentric exercise in patients with chronic health conditions: a systematic review. *Physiother Can* 2008;60(2):146-160.
- (98) Visvanathan R, Chapman I. Preventing sarcopaenia in older people. *Maturitas* 2010;66(4):383-388.
- (99) Burton LA, Sumukadas D. Optimal management of sarcopenia. *Clin Interv Aging* 2010;7(5):217-228.
- (100) Campbell JA, Robertson M. Rethinking individual and community fall prevention strategies: a meta-regression comparing single and multifactorial interventions. *Age Ageing* 2007;36:656-662.
- (101) Hirsch MA, Farley BG. Exercise and neuroplasticity in persons living with Parkinson disease. *Eur J Phys Rehabil Med* 2009;45:215-229.
- (102) Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59:48-61.
- (103) Singh MA. Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57(5):M262-M282.
- (104) Caserotti P, Aagaard P, Puggaard L. Changes in power and force generation during coupled eccentric-concentric versus concentric muscle contraction with training and aging. *Eur J Appl Physiol* 2008;103:151-161.

(105) Häkkinen K, Alen M, Kraemer WJ, Gorostiaga E, Izquierdo M, Rusko H, et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *Eur J Appl Physiol* 2003;89(1):42-52.

(106) De Vito G, Bernardi M, Forte R, Pulejo C, Figura F. Effects of a low-intensity conditioning programme on VO₂max and maximal instantaneous peak power in elderly women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999;80(3):227-232.

(107) Klass M, Baudry S, Duchateau J. Aging does not affect voluntary activation of the ankle dorsiflexors during isometric, concentric, and eccentric contractions *J Appl Physiol* 2005;99:31-38.

(108) Ochala J, Dorer DJ, Frontera WR, Krivickas LS. Single skeletal muscle fiber behavior after a quick stretch in young and older men: a possible explanation of the relative preservation of eccentric force in old age. *Pflügers Arch* 2006;452:464-470.

(109) Roig M, MacIntyre DL, Eng JJ, Narici MV, Maganaris CN, Reid WD. Preservation of eccentric strength in older adults: Evidence, mechanisms and implications for training and rehabilitation. *Exp Gerontol* 2010;45:400-409.

(110) Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, Devlin N. Preventing injuries in older people by preventing falls: a meta-analysis of individual-level data. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:905-911.

(111) Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, et al. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned metaanalysis of the FICSIT Trials. Frailty and injuries: cooperative studies of intervention techniques. *JAMA* 1995;273:1341-1347.

(112) Harris RP, Helfand M, Woolf SH, Lohr KN, Mulrow CD, Teutsch SM, et al. Methods Work Group, Third US Preventive Services Task Force. Current methods of the US Preventive Services Task Force: A review of the process. *Am J Prev Med* 2001;20(3):21-35.

- (113) Petridou ET, Manti EG, Ntinapogias AG, Negri E, Szczerbinska K. What works better for community-dwelling older people at risk to fall?: a meta-analysis of multifactorial versus physical exercise-alone interventions. *J Aging Health* 2009;21(5):713-729.
- (114) Weerdesteyn V, Rijken H, Geurts AC, Smits-Engelsman BC, Mulder T, Duysens J. A five-week exercise program can reduce falls and improve obstacle avoidance in the elderly. *Gerontology* 2006;52:131-141.
- (115) Thomas S, Mackintosh S, Halbert J. Does the 'Otago exercise programme' reduce mortality and falls in older adults? a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 2010;39(6):681-687.
- (116) Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 2008;56(12):2234-2243.
- (117) Gardner MM, Robertson MC, Campbell AJ. Exercise in preventing falls and fall related injuries in older people: a review of randomised controlled trials. *Br J Sports Med* 2000;34:7-17.
- (118) Karinkanta S, Piirtola M, Sievänen H, Uussi-Rasi K, Kannus P. Physical therapy approaches to reduce fall and fracture risk among older adults. *Nat Rev Endocrinol* 2010 1 June 2010; doi:10.1038/nrendo.2010.70.;6:396-407.
- (119) Griffin MJ. *Handbook of Human Vibration*. London: Academic Press; 1996.
- (120) Wysocki A, Butler M, Shamliyam T, Kane RL. Whole-body vibration therapy for osteoporosis: State of the science. *Ann Intern Med* 2011;155(1):680-686.
- (121) Luo J, McNamara B, Moran K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine* 2005;35(1):23-41.
- (122) Garcia-Artero A, Ortega Porcel FB, Ruiz JR, Carreño Gálvez F. Entrenamiento vibratorio. Base fisiológica y efectos funcionales. *Selección* 2006;15(2):78-86.

- (123) Ribot-Ciscar E, Vedell JP, Roll JP. Vibration sensitivity for slowly and rapidly adapting cutaneous mechanoreceptors in the human foot and leg. *Neurosci Lett* 1989;104(1-2):130-135.
- (124) Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31:3-7.
- (125) Eklund G, Hagbarth K. Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Exp Neurol* 1966;16:80-92.
- (126) Nordlund MM, Thorstensson A. Strength training effects of whole-body vibration? *Scand J Med Sci Sports* 2007;17(1):12-7.
- (127) Crone C, Nielsen J. Central control of disynaptic reciprocal inhibition in humans. *Acta Physiol Scand* 1994;152:351-363.
- (128) Alentorn Geli E. Tratamiento sintomático de la fibromialgia mediante vibraciones mecánicas [Tesi doctoral]. Barcelona: Universitat de Barcelona; 2008.
- (129) Rauch F, Sievanen H, Boonen S, Cardinale C, Degens H, Felsenberg D, et al. Reporting whole-body vibration intervention studies: Recommendations of the International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2010;10(3):193-198.
- (130) Schuhfried O, Mittermaier C, Jovanovic T, Pieber K, Paternostro-Sluga T. Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clin Rehabil* 2005;19(5):834-842.
- (131) Merriman H, Jackson K. The effects of whole-body vibration training in aging adults: a systematic review. *J Geriatr Phys Ther* 2009;32(2):134-145.
- (132) Madou KH, Cronin JB. The effects of whole body vibration on physical and physiological capability in special populations. *HKPJ* 2008;26:25-38.

- (133) Pinto NS, Monteiro MB, Meyer PF, Santos-Filho SD, Azevedo-Santos F, Bernardo RM, et al. The effects of whole-body vibration exercises in Parkinson's disease: a short review. *JMMS* 2010;2(1):594-600.
- (134) Lau RW, Teo T, Yu F, Chung RC, Pang MY. Effects of whole-body vibration on sensorimotor performance in people with parkinson disease: A systematic review. *Phys Ther* 2011;91(2):198-209.
- (135) Slatkovska L, Alibhai MSH, Beyene J, Cheung AM. Effect of whole-body vibration on BMD: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int* 2010;21:1969-1980.
- (136) Arias P, Chouza M, Vivas J, Cudeiro J. Effect of whole body vibration in Parkinson's disease: a controlled study. *Mov Disord* 2009;24(6):891-898.
- (137) Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Guralnik JM, et al. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(12):1854-7.
- (138) Iwamoto J, Otaka Y, Kudo K, Takeda T, Uzawa M, Hirabayashi K. Efficacy of training program for ambulatory competence in elderly women. *Keio J Med* 2004;53:85-89.
- (139) Ebersbach G, Edler D, Kaufhold O, Wissel J. Whole body vibration versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89(3):399-403.
- (140) Machado A, Garcia-Lopez D, Gonzalez-Gallego J, Garatachea N. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20:200-207.
- (141) Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschueren D, Boonen S. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res* 2004;19:352-359.

- (142) Bautmans I, Van Hees E, Lemper J, Mets T. The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatr* 2005;5:17-24.
- (143) Cardinale M, Rittweger J. Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: fact or fiction? *J Br Menopause Soc* 2006;12(1):12-18.
- (144) Fort Vanmeerhaeghe A, Sitjà Rabert M, Romero Rodríguez D, Guerra Balic M, Bagur Calafat C, Girabent Farrés M, et al. Efectos del entrenamiento vibratorio en personas físicamente activas: revisión sistemática. *Rev int med cienc act fís deporte* 2011;11(43):619-649.
- (145) Jordan MJ, Norris SR, Smith DJ, Herzog W. Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *JSCR* 2005;19(2):459-466.
- (146) Abercromby AFJ, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exerc* 2007;29:1794-1800.
- (147) Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 2000;81(6):449-454.
- (148) Rittweger J, Beller G, Felsenberg D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physiol* 2004;20(2):134-142.
- (149) Bosco C, Colli R, Introiini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol* 1999;19(2):183-187.
- (150) Torvinen S, Kannu P, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Funct Imaging* 2002;22(2):145-152.

- (151) Rehn B, Lidström J, Skoglund J, Lindström B. Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports* 2007;17:2-11.
- (152) Marín PJ, Rhea M. Effects of vibration training on muscle strength: a meta-analysis. *J Strength Cond Res* 2010;24(2):548-556.
- (153) Di Loreto C, Ranchelli A, Lucidi P, Murdolo G, Parlanti N, De Cicco A, et al. Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *J Endocrinol Invest* 2004;27(4):323-327.
- (154) van Nes IJ, Geurts AC, Hendricks HT, Duysens J. Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients: Preliminary evidence. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83:867-873.
- (155) Haas CT, Buhlmann A, Turbanski S, Schmidbleicher D. The effects of random whole-body-vibration on motor symptoms in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation* 2006;21(1):29-36.
- (156) Jackson KJ, Merriman HL, Vanderburgh PM, Brahler CJ. Acute effects of whole-body vibration on lower extremity muscle performance in persons with multiple sclerosis. *J Neurol Phys Ther* 2008;32(4):171-176.
- (157) Runge M, Rehfeld G, Resnicek E. Balance training and exercise in geriatric patients. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2000;1(1):61-65.
- (158) Bruyere O, Wuidart MA, Di PE, Gourlay M, Ethgen O, Richey F. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(2):303-307.
- (159) Roelants M, Verschueren SM, Delecluse C, Levin O, Stijnen V. Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J Strength Cond Res* 2006;20(124-129).
- (160) Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency

mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. *J Bone Miner Res* 2004;19:343-351.

(161) Mikhael M, Orr R, Fiatarone Singh MA. The effect of whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: a systematic review of the literature. *Maturitas* 2010;66(2):150-157.

(162) van Tulder MW, Koes BW, Bouter LM. Conservative treatment of acute and chronic nonspecific low back pain: a systematic review of randomized controlled trials of the most common interventions. *Spine* 1997;22:2128-2156.

(163) Van Nes I, Latour H, Schils F, Meijer R, van KA, Geurts AC. Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke* 2006;37(9):2331-2335.

(164) Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:901-908.

(165) Hannan MT, Chen DM, Green E. Establishing the compliance in elderly women for use of a low level mechanical stress device in a clinical osteoporosis study. *Osteoporos Int* 2004;15:918-926.

(166) Alderson P, Green S, Higgins JP. *Cochrane Reviewers' Handbook 4.2.2* [updated December 2003]. The Cochrane Library Chichester, Reino Unido: John Wiley & Sons, Ltd.; 2003; 2004.

(167) Urrútia G, Bonfill X. Revisiónes sistemáticas. In: Jiménez Villa JM, Argimon Pallàs A, Martín Zurro M, Vilardell Tarrés M, editor. *Publicación científica biomédica. Cómo escribir y publicar un artículo de investigación* Barcelona: Elsevier; 2010. p. 229-245.

(168) Iwamoto J, Takeda T, Sato Y, Uzawa M. Effect of whole-body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover, and chronic back

pain in post-menopausal osteoporotic women treated with alendronate. *Aging Clin Exp Res* 2005;17(157-163).

(169) Rogan S, Hilfiker R, Herren K, Radlinger L, de Bruin E. Effects of whole-body vibration on postural control in elderly: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics* 2011;11:72.

(170) Totosy de Zepetnek JO, Giangregorio LM, Craven BC. Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: a review. *J Rehabil Res Dev* 2009;46(4):529-542.

(171) Bohannon RW. Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. *Percept Mot Skills* 2006;103(1):215-222.

(172) Schenkman ML, Hughes MA, Samsa G, Studenski SA. The relative importance of strength and balance in chair rise by functionally impaired older individuals. *J Am Geriatr Soc* 1996;44:1441-46.

(173) Chandler JM, Duncan PW, Kochersberger G, Studenski S. Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical performance and disability in frail, community-dwelling elders? *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:24-30.

(174) Mazza C, Benvenuti F, Bimbi C, Stanhope SJ. Association between subject functional status, seat height, and movement strategy in sit-to-stand performance. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:1750-1754.

(175) Janssen WG, Bussmann HB, Stam HJ. Determinants of the sit-to-stand movement: a review. *Phys Ther* 2002;82(9):866-879.

(176) Etnyre B, Thomas D. Event standardization of sit-to-stand movements. *Phys Ther* 2007;87(12):1651-66.

(177) Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of whole body vibration on postural steadiness in an older population. *J Sci Med Sport* 2009;12(4):440-444.

(178) Nelson M, Rejeski J, Blair S, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al.; American College of Sports Medicine, American Heart Association. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine an the American Heart Association. *Circulation* 2007;116(9):1094-105.

(179) Lord SR, Murray SM, Chapman K, Munro B, Tiedemann A. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57(8):M539-M543.

(180) Falvo MJ, Schilling BK, Earhart GM. Parkinson's disease and resistive exercise: rationale, review, and recommendations. *Mov Disord* 2008;23(1):1-11.

(181) Asano M, Dawes DJ, Arafah A, Moriello C, Mayo NE. What does a structured review of the effectiveness of exercise interventions for persons with multiple sclerosis tell us about the challenges of designing trials? *Mult Scler* 2009;15:412-21.

(182) Dalgas U, Stenager E, Ingemann-Hansen T. Multiple sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance-, endurance- and combined training. *Mult Scler* 2008;14:35-53.

(183) Keus SH, Bloem BR, Hendriks EJ, Bredero-Cohen AB, Munneke M. Evidence-based analysis of physical therapy in Parkinson's disease with recommendations for practice and research. *Mov Disord* 2007;22(4):451-460.

(184) Rimmer JH, Chen MD, McCubbin JA, Drum C, Peterson J. Exercise intervention research on persons with disabilities: what we know and where we need to go. *Am J Phys Med Rehabil* 2010;89(3):249-263.

(185) Haas CT, Buhlmann A, Turbanski S, Schmidtbleicher D. Proprioceptive and sensorimotor performance in Parkinson's disease. *Research in Sports Medicine* 2006;14(4):273-287.

- (186) Turbanski S, Haas CT, Schmidtbleicher D, Friedrich A, Duisberg P. Effects of random whole-body vibration on postural control in Parkinson's disease. *Research in Sports Medicine* 2005;13(3):243-256.
- (187) Chouza M, Arias P, Viñas S, Cudeiro J. Acute effects of whole-body vibration at 5, 6, and 9 Hz on balance and gait in patients with Parkinson's disease. *Mov Disord* 2011;26(5):920-921.
- (188) Broekmans T, Roelants M, Alders G, Feys P, Thijs H, Eijnde BO. Exploring the effects of a 20-week whole-body vibration training programme on leg muscle performance and functional persons with multiple sclerosis. *J Rehabil Med* 2010;42:866-72.
- (189) Schyns F, Paul L, Finlay K, Ferguson C, Noble E. Vibration therapy in multiple sclerosis: a pilot study exploring its effects on tone, muscle force, sensation and functional performance. *Clin Rehabil* 2009;23:771-781.
- (190) Rimmer JH. Exercise and physical activity in persons aging with a physical disability. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2005;16:41-56.
- (191) Urrútia Cuchí G. Avaluació d'intervencions terapèutiques no farmacològiques en patologies del raquis. Alguns reptes metodològics i del seu procés d'avaluació, aprovació i aplicació al sistema sanitari [Tesi doctoral]. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona; 2011.
- (192) Lamb SE, Jorstad-Stein EC, Hauer K, Becker C. Prevention of Falls Network Europe and Outcomes Consensus Group. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. *J Am Geriatric Soc* 2005;53(9):1618-1622.
- (193) Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother* 2002;48(1):43-9.
- (194) Baum K, Votteler T, Schiab J. Efficiency of vibration exercise for glycemic control in type 2 diabetes patients. *Int J Med Sci* 2007;4(3):159-63.

- (195) Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Coudyzer W, Boonen S, Verschueren SM. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007;62:630-635.
- (196) Bogaerts AC, Delecluse C, Claessens AL, Troosters T, Boonen S, Verschueren SM. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). *Age Ageing* 2009;38(4):448-54;38(4):448-454.
- (197) Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, Claessens AL, Boonen S. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial. *Gait Posture* 2007;26(2):309-316.
- (198) Corrie H, Brooke-Wavell K, Mansfield N, D'Souza O, Griffiths V, Morris R, et al. A randomised controlled trial on the effects of whole body vibration on muscle power in older people at risk of falling. *Osteoporos Int* 2007;18(3):253-254.
- (199) Cheung WH, Mok HW, Qin L, Sze PC, Lee KM, Leung KS. High-frequency whole-body vibration improves balancing ability in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:852-857.
- (200) Raimundo AM, Gusi N, Tomas-Carus P. Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *Eur J Appl Physiol* 2009;106(5):741-748.
- (201) Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2006;7:92-99.
- (202) Johnson A. Whole-body vibration compared to traditional physical therapy in individuals with total knee arthroplasty [Dissertation]. Provo: Faculty of Brigham Young University; 2007.

- (203) Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. *J Aging Phys Act* 2007;15:367-381.
- (204) Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of whole-body vibration exercise on lower-extremity muscle strength and power in an older population: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2008;88:462-470.
- (205) Trans T, Aaboe J, Henriksen M, Christensen R, Bliddal H, Lund H. Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. *Knee* 2009;16(4):256-261.
- (206) Falagas ME, Grigori T, Ioannidou E. A systematic review of trends in the methodological quality of randomized controlled trials in various research fields. *J Clin Epidemiol* 2009;62(3):227-31.
- (207) Verhagen AP, de Vet HC, de Bie RA, Kessels AG, Boers M, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol* 1998;51:1235-1241.
- (208) Sherrington C, Herbert RD, Maher CG, Moseley AM. PEDro: a database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy *Man Ther* 2000;5:223-226.
- (209) Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJ, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials* 1996;17:1-12.
- (210) Moseley AM, Elkins MR, Herbert RD, Maher CG, Sherrington C. Cochrane reviews used more rigorous methods than non-Cochrane reviews: survey of systematic reviews in physiotherapy. *J Clin Epidemiol* 2009;62:1021-1030.

(211) Olivo SA, Macedo LG, Gadotti IC, Fuentes J, Stanton T, Magee DJ. Scales to assess the quality of randomized controlled trials: a systematic review. *Phys Ther* 2008;88(2):156-175.

(212) Dickinson MH, Farley CT, Full RJ, Kohel MAR, Kram R, Lehman S. How animals move: an integrative view. *Science* 2000;288:100-106.

(213) Ribot-Ciscar E, Bergenheim M, Roll JP. The preferred sensory direction of muscle spindle primary endings influences the velocity coding of two-dimensional limb movements in humans. *Exp Brain Res* 2002;145(4):429-436.

(214) Ribot-Ciscar E, Bergenheim M, Albert F, Roll JP. Proprioceptive population coding of limb position in humans. *Exp Brain Res* 2003;149(4):512-519.

(215) Wilcock IM, Whatman C, Harris N, Keogh JW. Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes? *J Strength Cond Res* 2009;23:593-603.

(216) Goodwin VA, Richards SH, Taylor RS, Taylor AH, Campbell JL. The Effectiveness of Exercise Interventions for People with Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Mov Disord* 2008;23(5):631-640.

(217) Forster A, Lambley R, Young JB. Is physical rehabilitation for older people in long-term care effective? Findings from a systematic review. *Age Ageing* 2010;39(2):169-75.

(218) Rietberg MB, Brooks D, Uitdehaag BMJ, Kwakkel. Exercise therapy for multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2004(3):CD003980.

(219) Boutron F, Moher D, Altman DG, Schulz KF, Ravaud P, CONSORT Group. Extending the CONSORT statement to randomized trials of nonpharmacologic treatment: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2008;148(4):295-309.

(220) Boutron I, Moher D, Altman DG, Schulz KF, Ravaud P, CONSORT Group. Methods and processes of the CONSORT Group: example of an extension for

trials assessing nonpharmacologic treatments. *Ann Intern Med* 2008;148(4):W60-6.

(221) Jiménez J. Otras extensiones de la declaración CONSORT: intervenciones no farmacológicas, ensayos pragmáticos y resúmenes de ensayos clínicos. En: J Jiménez Villa, J.M. Argimon, A. Martín Zurro, M. Vilardell Tarrés. *Publicación científica biomédica. Cómo escribir y publicar un artículo de investigación*. Barcelona ed.: Elsevier; 2010. p.185.

(222) Begg C, Cho M, Eastwood S, Horton R, Moher D, Olkin I. Improving the quality of reporting of randomized controlled trials: the CONSORT statement. *JAMA* 1996;276:637-639.

(223) Halm CT, Lee C, Chassin MR. Is volume related to outcome in health care? A systematic review and methodologic critique of the literature. *Ann Intern Med* 2002;137:511-520.

(224) Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol* 2010;108(5):877-904.

(225) Urrútia G, Bonfill X. PRISMA declaration: a proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Med Clin (Barc)* 2010;135(11):507-511.

ANNEXOS

Annex 1. Resultats preliminars de l'estudi "Entrenament amb vibracions mecàniques en persones grans: un assaig clínic aleatoritzat, multicèntric i paral·lel".

Es presenten a continuació les dades preliminars després de la intervenció ja finalitzada, la qual ha tingut una durada de 6 setmanes, on s'ha realitzat el seguiment de la variable principal, l'equilibri, i secundàriament, la força muscular. Addicionalment, també es presentaran les dades dels efectes adversos sorgits durant la intervenció i de les caigudes registrades. La presentació de resultats segueix les directrius CONSORT per a intervencions no farmacològiques (219,220).

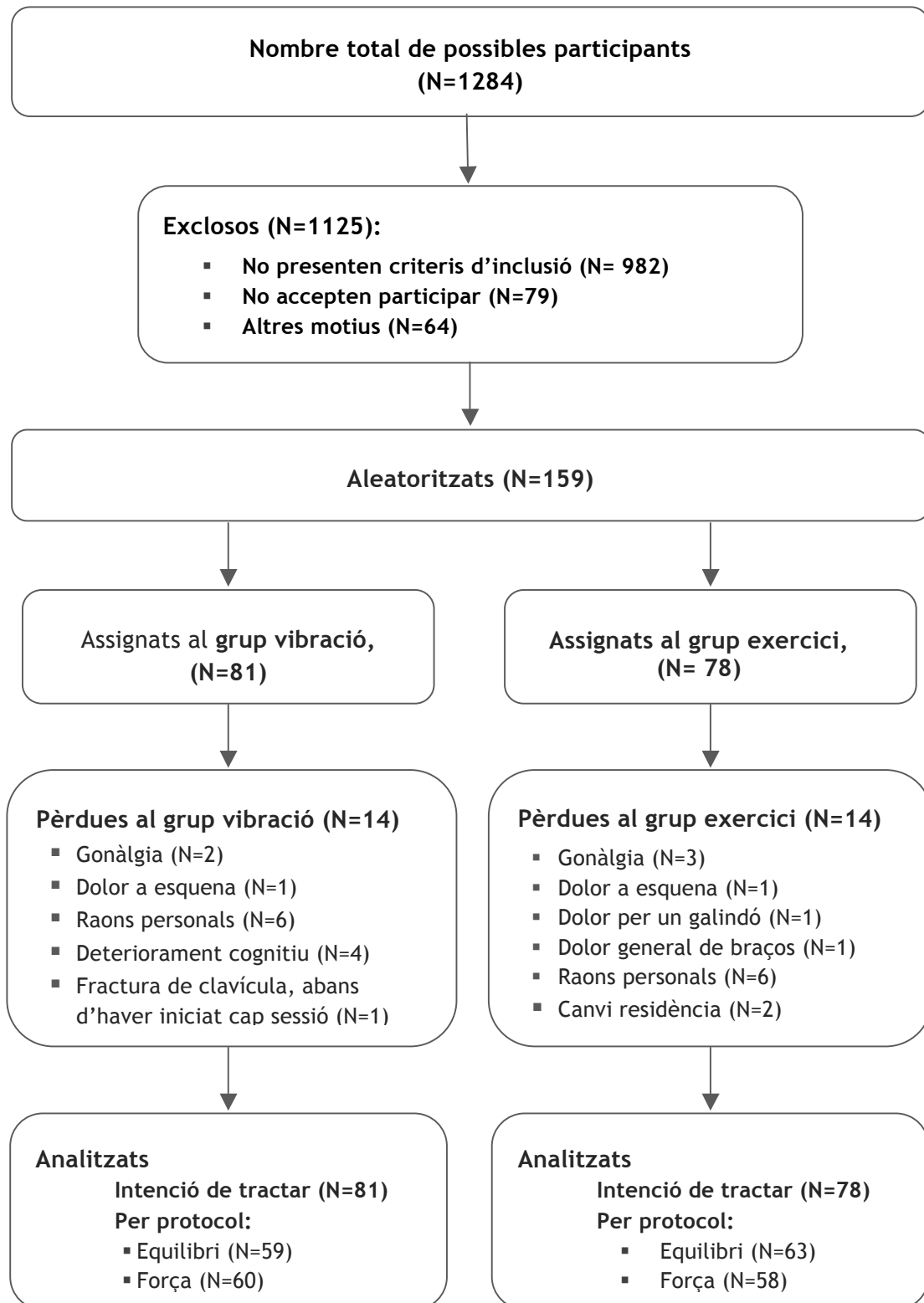
Flux de participants

L'estudi que avalua l'eficàcia de les vibracions mecàniques de cos complet per millorar l'equilibri s'ha realitzat a partir d'una mostra final de 159 persones institucionalitzades en 10 centres diferents de l'àrea de Barcelona. A continuació es detalla cadascun dels centres i el nombre de participants en aquestes institucions:

- Residència Mapfre Quavitae, Barcelona, N=13
- Centre socisanitari Albada, Sabadell, N=9
- Residència AMMA Horta, Barcelona, N=23
- Residència Poble Nou, Fundació Vallparadís, Mútua de Terrassa, Barcelona, N=23
- Residència Collserola Mutuam, Barcelona, N=5
- Residència Ballesol Fabra i Puig, Barcelona, N=20
- Residència Ballesol Barberà, Barberà del Vallès, N=26
- Residència Ballesol Badalona, Badalona, N=14
- Residència Ballesol Almogàvers, Barcelona, N=11
- Residència Allegra, Sabadell, N=15

El diagrama següent mostra el desenvolupament de l'aleatorització (Figura 8), el nombre de persones que han completat l'estudi i el nombre i els motius de les que no l'han pogut finalitzar. Addicionalment, es detallen el nombre de persones analitzades per cada variable (tant per intenció de tractar com per protocol).

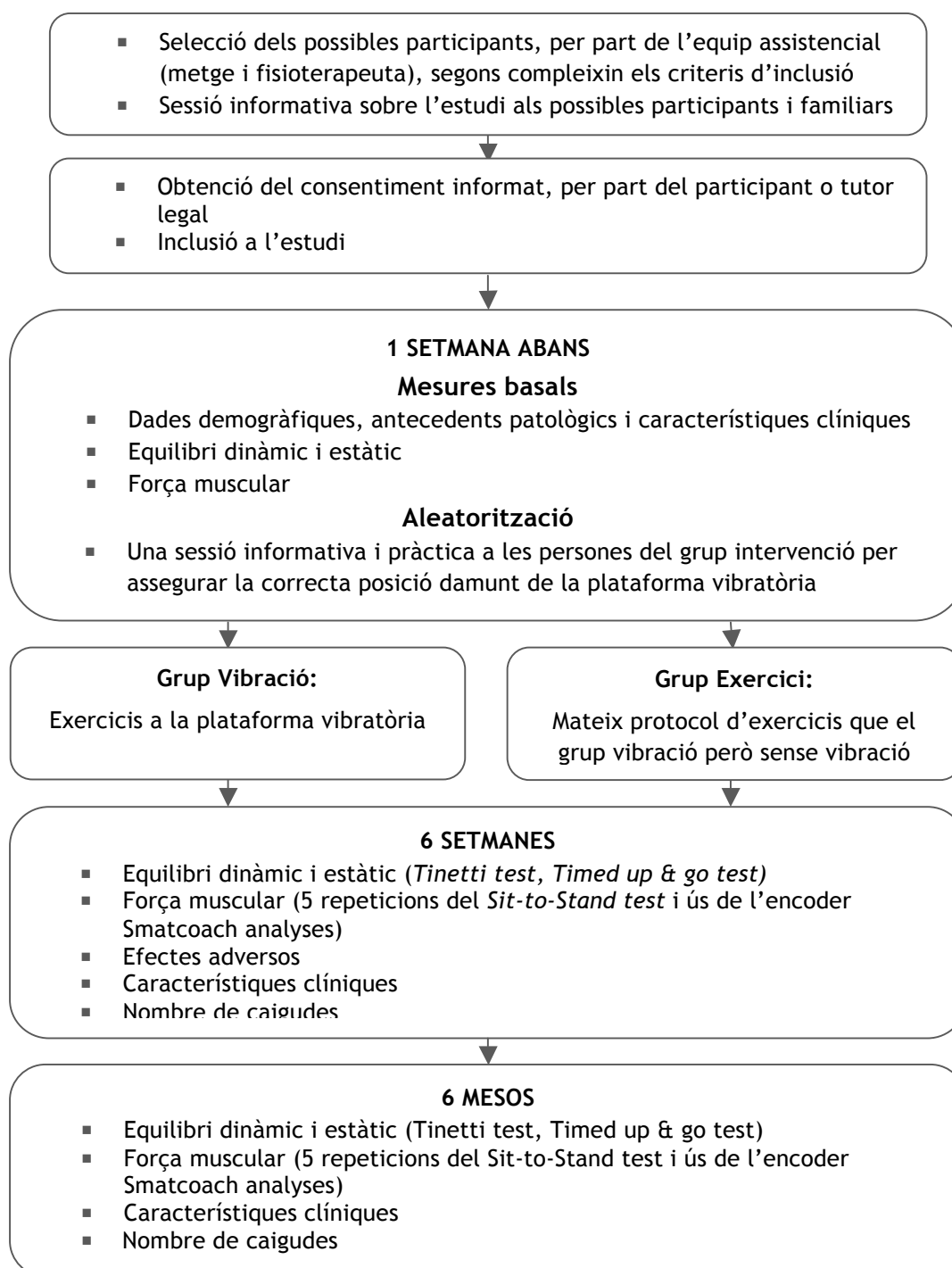
Figura 8. Flow diagram de l'estudi



Implementació de la intervenció

La intervenció s'ha implementat seguint la següent seqüenciació que es detalla tot seguit a la figura 9.

Figura 9. Flow diagram de la implementació de la intervenció



Reclutament

S'inicià el reclutament dels participants al novembre de 2010 i es finalitzà al setembre de 2011. No es va poder simultaniejar el reclutament als 10 centres, ja que durant els sis primers mesos només es va disposar d'una única plataforma vibratòria, fet que va condicionar haver d'allargar el període. El període de seguiment fou de 6 mesos després de l'aleatorització (i es va allargar fins a l'abril de 2012).

Dades basals

Tots els participants eren persones institucionalitzades en 10 residències geriàtriques de l'àrea de Barcelona i Vallès Occidental (Sabadell). Les característiques basals (dades demogràfiques i clíniques) que presenta la població estudiada es detalla a la taula 13.

Taula 13. Dades basals de la població estudiada

	Grup vibració (GV) N = 81 Mitjana (Desviació estàndard)	Grup exercici (GE) N =78 Mitjana (Desviació estàndard)	Valors P
Edat (anys)	82,30 (7,75)	82,55 (7,12)	0.830
N Homes/N Dones	28/53	24/54	0,610
Pes	66,146 (14,46)	67,414 (12,77)	0,559
Talla	1,5351 (0,09)	1,5328 (0,08)	0,879
IMC	27,9922 (5,34)	28,6656 (4,60)	0,397
TAS	136,91 (24,11)	141,28 (22,41)	0,239
TAD	71,42 (16,07)	73,85 (14,94)	0,326
FC	73,44 (13,50)	75,14 (12,40)	0,411
Dolorn (EVA)	2,19 (3,27)	2,74 (3,44)	0,296
DADES CLÍNiques	N,(%)	N,(%)	
Trastorns Sensorials	28 (34,6)	23 (29,5)	0,471
Problemes cardiovasculars	58 (71,6)	60 (76,9)	0,443
Problemes osteoarticulars	40 (49,4)	47 (60,3)	0,169
Deteriorament cognitiu	40 (49,4)	33 (42,3)	0,371
Haver patit una caiguda	12 (14,8)	9 (11,5)	0,542
Síndrome postcaiguda	6 (7,4)	2 (2,6)	0,163
Ús d'ajudes tècniques per a la deambulació	40 (49,4)	34 (43,6)	0,464
PRESA DE MÉS DE 4 FÀRMACS	66 (81,5)	63 (80,8)	0.909
Diürètics	28 (34,6)	32 (41,0)	0,401
Antihipertensius	57 (70,4)	52 (66,7)	0,615
Antidepressius	40 (49,4)	40 (51,3)	0,811
Sedants	42 (51,9)	41 (52,6)	0,928
Antipsicòtics	20 (24,7)	20 (25,6)	0,890
Hipoglucemiants	18 (22,2)	18 (23,1)	0,898

GV: grup vibracions de cos sencer

GE: grup exercici

Nombre de persones analitzades

L'anàlisi per intenció de tractar (ITT) avalua 159 participants, 81 participants al grup vibració i 78 al grup exercici. L'anàlisi per protocol (PP) varia en funció de la variable analitzada tal com es pot veure en la taula 14.

El nombre de participants inclosos en l'anàlisi per protocol corresponen a persones que han estat capaces de realitzar totes les valoracions, ja que hem vist que la realització de 5 *Sit-to-Stand test* no sempre ha estat possible per tots els participants. També s'ha tingut en compte incloure-hi aquelles persones amb un mínim de 70 % de compliment terapèutic. Les que han presentat situacions clíniques inestables (per una causa no relacionada amb l'estudi), situacions personals que podrien interferir en els resultats (procés de dol) o abandonament de l'estudi, s'han exclòs d'aquesta anàlisi.

Taula 14. Nombre de participants inclosos en l'anàlisi per protocol

Variable	N Total	N GV	N GE
<i>Tinetti total</i>	122	59	63
<i>Timed Up and Go test</i>			
<i>5 Sit-to- Stand</i>	117	59	58

GV: grup vibracions de cos sencer

GE: grup exercici

Variables

■ Variable principal

Equilibri

La variable principal d'estudi va ser l'**equilibri**, avaluada mitjançant el *Timed Up and Go test* i el *Tinetti test*. En ambdós tests, en tres de les quatre gràfiques es pot observar una millora en el temps que és estadísticament significativa, sense que hi hagi una intervenció més eficaç que l'altra.

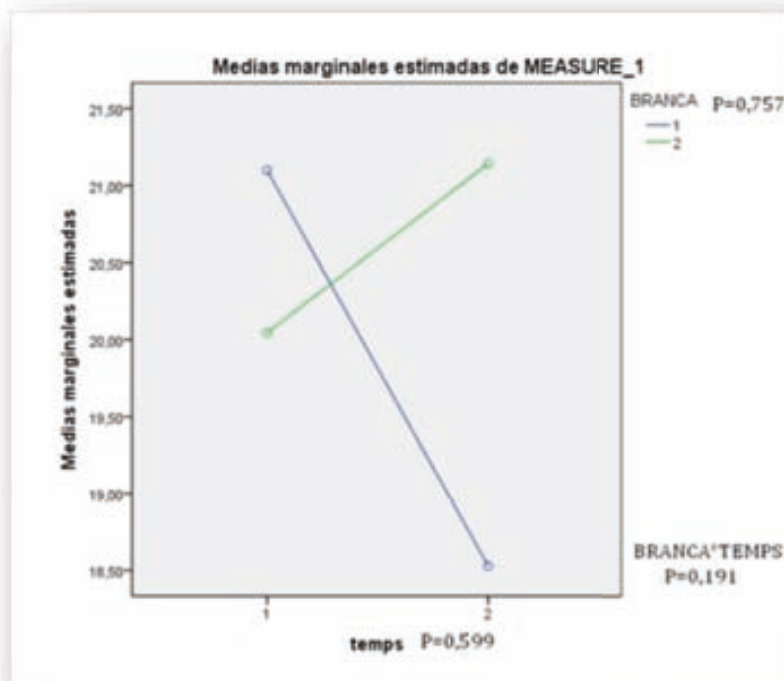
a. Timed Up and Go test (TUG)

En els resultats analitzats per intenció de tractar podem observar que no hi ha diferència significativa en la millora entre els dos grups (vegeu taula 15 i gràfica 1). Els resultats per protocol mostren una millora significativa en les dues branques, per tant una millora amb el pas del temps ($P < 0,001$). No s'han trobat diferències en l'evolució dels pacients en funció del tractament (vegeu taula 16 i gràfica 2).

Taula 15. Resultats de l'ANOVA per a la variable TUG.

Anàlisi per Intenció de tractar			
	Branca	Mitjana(SD)	N
TUG inicial	1 exercici	21,0(15,58)	78
	2 vibració	20,0(11,24)	81
	Total		159
TUG final	1 exercici	18,52(11,66)	78
	2 vibració	21,14(29,14)	81
	Total		159

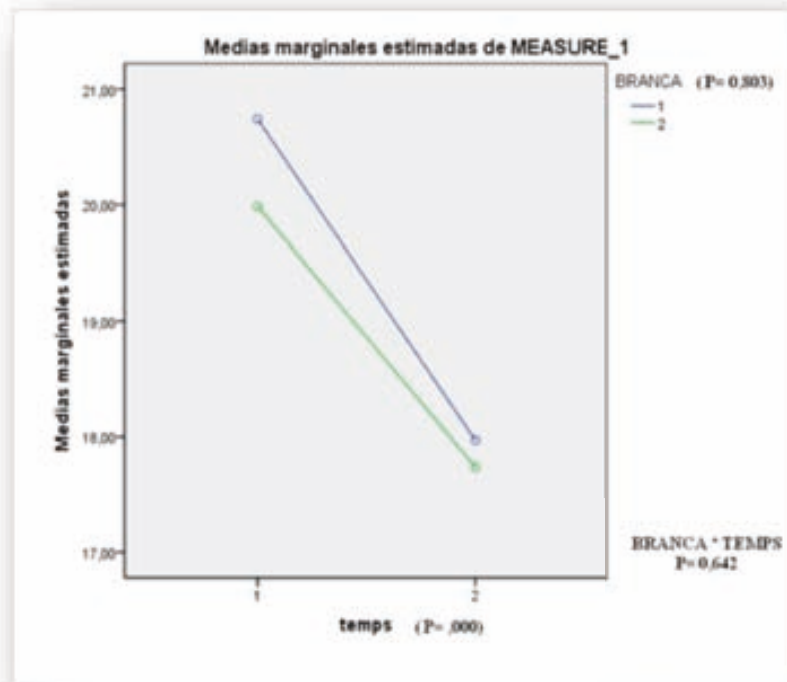
Gràfica 1. Resultats de l'ANOVA per a la variable TUG.



Taula 16. Resultats de l'ANOVA per a la variable TUG

Anàlisi per protocol			
	Branca	Mitjana (SD)	N
TUG inicial	1 exercici	20,73 (12,76)	63
	2 vibració	19,98 (11,22)	59
	Total		122
TUG final	1 exercici	17,9705 (10,73)	63
	2 vibració	17,7375 (10,38)	59
	Total		122

Gràfica 2. Resultats de l'ANOVA per a la variable TUG.

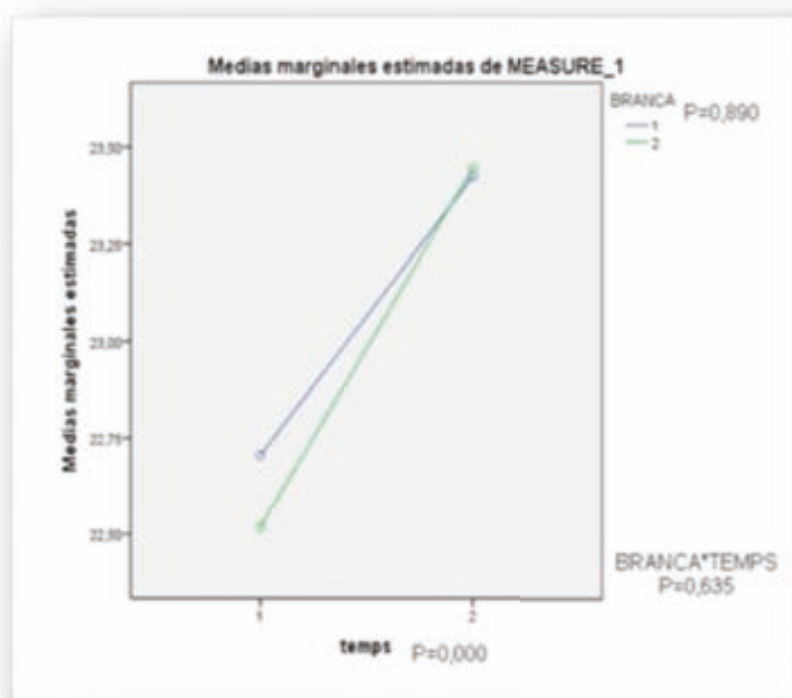


b. Tinetti test (total)

Pel que fa a aquest test, els resultats mostren efectes estadísticament significatius en ambdós grups en la branca de mesures repetides (temps) ($P < 0,001$), però no hi ha una millora significativament major d'un grup respecte de l'altre (en la branca de mesures independents) (vegeu taula 17 i 18 i gràfiques 3 i 4).

Taula 17. Resultats de l'ANOVA per a la variable *Tinetti Test* (Total).

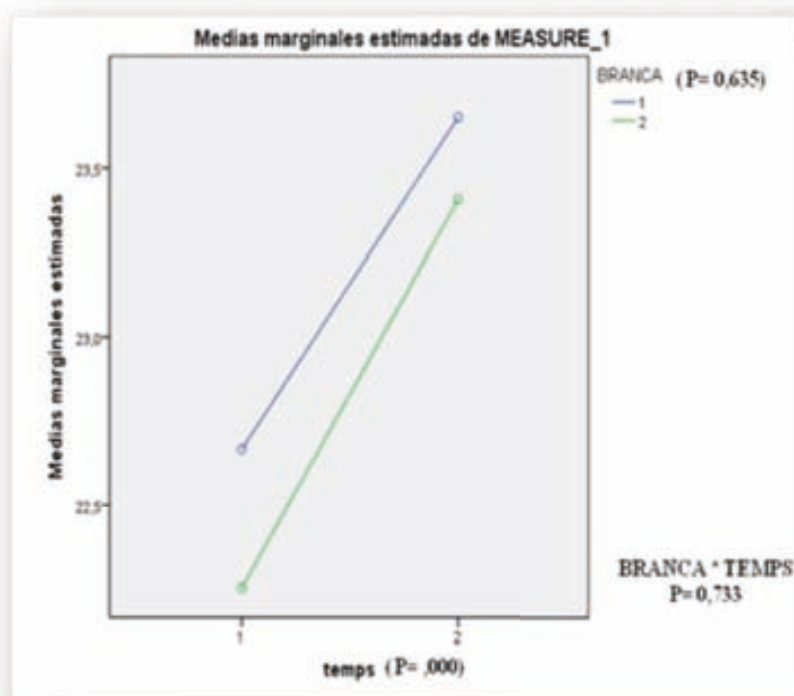
Anàlisi per Intenció de tractar			
	Branca	Mitjana (SD)	N
<i>Tinetti TOTAL</i> inicial	1 exercici	22,71(4,24)	78
	2 vibració	22,52(4,38)	81
	Total		159
<i>Tinetti TOTAL</i> final	1 exercici	23,42(3,73)	78
	2 vibració	23,44(3,60)	81
	Total		159

Gràfica 3. Resultats de l'ANOVA per a la variable *Tinetti Test* (Total).

Taula 18. Resultats de l'ANOVA per a la variable *Tinetti Test* (Total).

Anàlisi per protocol			
	Branca	Mitjana (SD)	N
<i>Tinetti TOTAL</i> inicial	1 exercici	20,73 (12,76)	63
	2 vibració	19,98 (11,22)	59
	Total		122
<i>Tinetti TOTAL</i> final	1 exercici	17,9705 (10,73)	63
	2 vibració	17,7375 (10,38)	59
	Total		122

Gràfica 4. Resultats de l'ANOVA per a la variable *Tinetti Test* (Total).



■ Variables secundàries

Força muscular

Pel que fa a la variable **força muscular** es va avaluar el temps que trigava la persona en aixecar-se i asseure's d'una cadira (*5 Sit-to-Stand test*) i, addicionalment, es va enregistrar la força de les extremitats inferiors durant el gest d'aixecar-se cinc cops de la cadira (*encoder*).

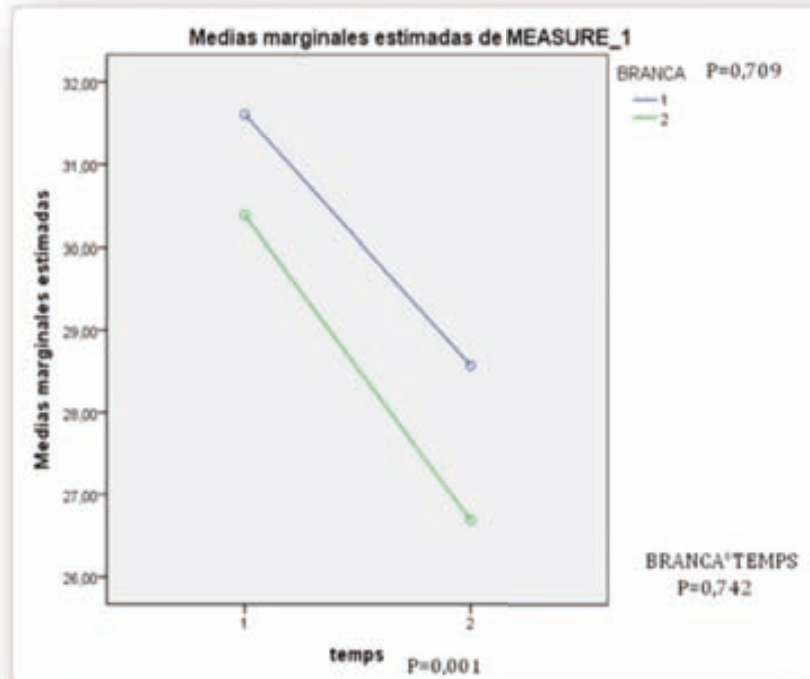
a. 5 Sit-to-Stand test:

En els resultats, tant en l'anàlisi per intenció de tractar com en l'anàlisi per protocol, podem observar una millora significativa en la branca de mesures repetides (temps) (ITT, $P=0,001$; PP, $P=0,02$), però no s'observa aquesta millora en la branca de mesures independents (grup vibració o exercici). Així doncs, ambdues intervencions presenten una evolució positiva pràcticament igual (veure taula 19 i 20, gràfica 5 i 6).

Taula 19. Resultats de l'ANOVA per a la variable *5 Sit-to-Stand test* (5 STS).

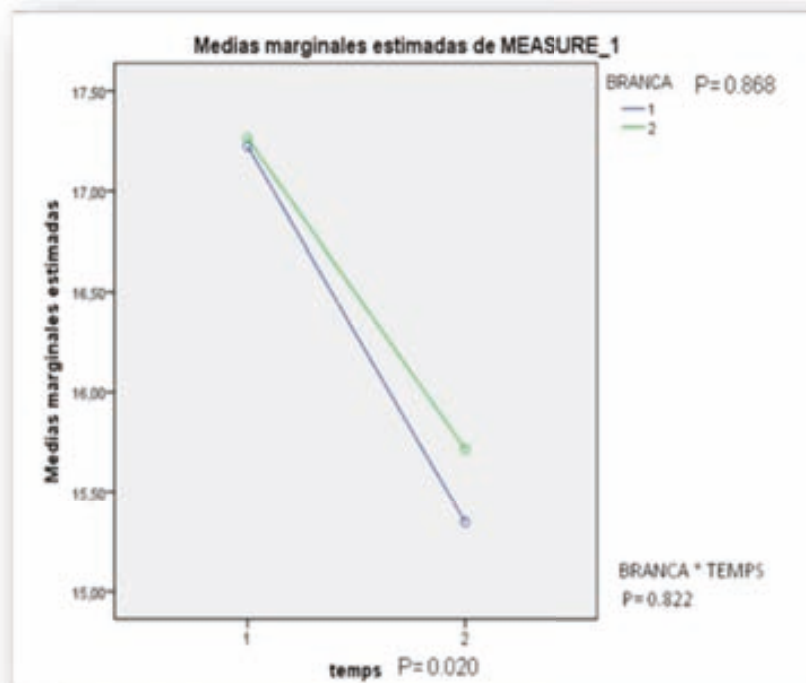
Anàlisi per intenció de tractar			
	Branca	Mitjana(SD)	N
5STS inicial	1 exercici	31,60 (28,20)	78
	2 vibració	30,38 (27,22)	81
	Total		159
5STS final	1 exercici	28,56 (27,42)	78
	2 vibració	26,68 (24,91)	81
	Total		159

Gràfica 5. Resultats de l'ANOVA per a la variable 5 *Sit-to-Stand test*.



Taula 20. Resultats de l'ANOVA per a la variable 5 *Sit-to-Stand test*.

Anàlisi per protocol			
	Branca	Mitjana(SD)	N
5STS inicial	1exercici	17,22 (8,26)	58
	2vibració	17,26 (7,20)	59
	Total		117
5STS final	1exercici	15,34 (7,63)	58
	2vibració	15,71 (7,49)	59
	Total		117

Gràfica 6. Resultats de l'ANOVA per a la variable 5 *Sit-to-Stand test*.

b. Enregistrament de la força (encoder):

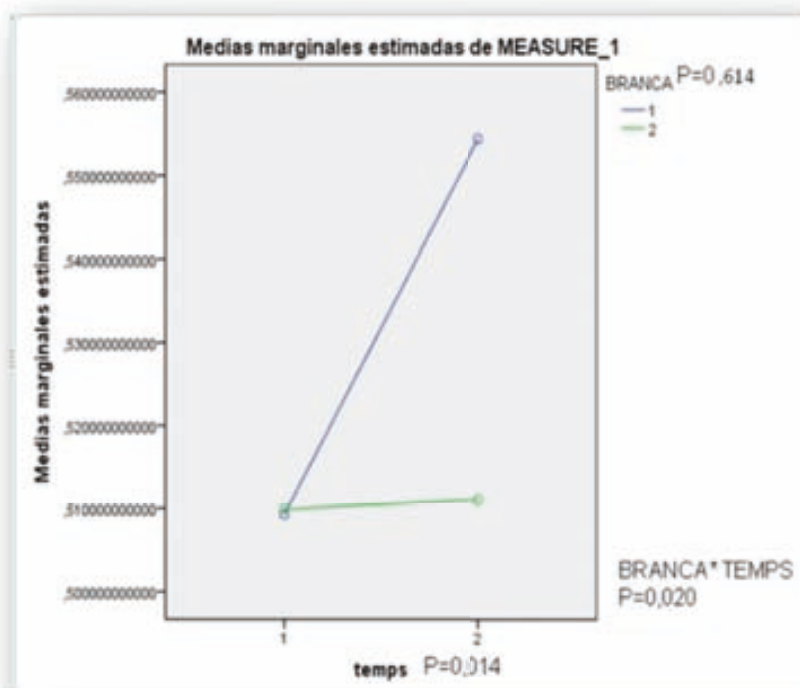
- **Valors màxims (en els 5 aixecaments) de velocitat, força i potència muscular:** els resultats obtinguts en l'anàlisi per intenció de tractar com per protocol no mostren millores significatives, únicament en l'anàlisi per intenció de tractar de la velocitat màxima. En aquesta variable s'observa una evolució significativa (temps, $p=0,014$), que indica millora en el conjunt de pacients, entre la primera i segona lectura. En la gràfica es veu fàcilment que aquesta millora és bàsicament deguda a l'evolució de la branca exercici, però en la branca vibració, tot i que presenta una tendència a augmentar, es manté pràcticament igual (branca*temps, $p=0,020$). Els dos grups no mostren significació, ja que la situació basal és exactament la mateixa (branca, $p=0,614$) (veure taula 21 i gràfica 7).

- **Valors mitjans de velocitat, força i potència muscular dels 5 aixecaments:** Els resultats obtinguts de l'anàlisi estadística, tant per intenció de tractar com per protocol, no mostren millores estadísticament significatives.

Taula 21. Resultats de l'ANOVA per a la variable Velocitat Màxima en els 5 aixecaments

	Branca	Mitjana(SD)	N
Vmax inicial	1 exercici	0,50 (0,29)	78
	2 vibració	0,50 (0,25)	81
	Total		159
Vmax final	1 exercici	0,55(0,29)	78
	2 vibració	0,51(0,24)	81
	Total		159

Gràfica 7. Resultats de l'ANOVA per a la variable Velocitat Màxima en els 5 aixecaments



Caigudes

Pel que fa a les caigudes durant les 6 setmanes de la intervenció només se n'han registrat dues, totes al grup vibració. Cal comentar, però, que cap de les dues té una relació directa amb la intervenció (vibració) tal com s'explica en el registre de caigudes. La primera es va produir tot i que la persona estava asseguda. Es va adormir i va caure de costat. No va requerir cap hospitalització i es va registrar la caiguda sense més conseqüències. La segona, es va produir just el cap de setmana abans d'iniciar la intervenció (el divendres es van realitzar les proves basals i el dissabte es va produir la caiguda). En aquest últim cas es va traslladar el pacient a un centre hospitalari per una fractura de clavícula.

Complicacions

El seguiment de les complicacions va ser realitzat pels fisioterapeutes de cada centre. En la següent taula es mostra el nombre de persones que han sofert almenys una complicació i de quin tipus ha estat (vegeu taula 22). Els resultats de l'anàlisi estadístic sobre aquesta variable mostra que no hi ha diferències respecte un grup i l'altre ($P= 0.430$).

Taula 22. Persones que han tingut almenys una complicació i tipus de complicacions

		Grup exercici	Grup vibració	Total
Dolor	N	15	14	29
	%	9,4%	8,8%	18,2%
Cruiximents	N	8	12	20
	%	5,0%	7,6%	12,6%
Formigueig	N	0	2	2
	%	,0%	1,3%	1,3%
Eritema	N	0	1	1
	%	,0%	0,6%	,6%
Edema	N	1	0	1
	%	0,6%	,0%	,6%
Altres	N	1	3	4
	%	0,6%	1,9%	2,5%
Nombre total de persones que han patit almenys una complicació	N	25	32	57
	%	15,7%	20,1%	35,8%
Nombre total de participants	N	78	81	159
	%	49%	51%	100%

El dolor es va localitzar als genolls, a la zona lumbar, al cap i en algun cas als braços o generalitzat a tot el cos. Els cruiximents es van donar bàsicament a la musculatura quadricipital i a gastrocnemis. Finalment, tant el formigueig, com l'eritema o l'edema es van localitzar a les cames també.

Majoritàriament aquestes complicacions descrites es presenten entre la primera i segona setmana (percentatge acumulat: 68.4%), i la majoria dels

problemes desapareixen entre la primera i tercera setmana (percentatge acumulat: 61,4%).

La possible relació amb la intervenció va ser valorada juntament amb el metge, tenint en compte els antecedents patològics de cada persona. La detecció del dolor per part dels participants ha estat difícil donada la vivència que cadascú en té, però sobretot perquè sovint la persona identificava com a dolor els cruiximents produïts per l'entrenament. Quan això es donava, el fisioterapeuta juntament amb el metge, identificaven la tipologia del dolor per tal de classificar-la adequadament al quadern de registre de dades. Així doncs, podem veure aquesta possible o probable relació de la complicació per cada branca d'intervenció a la taula 23. El percentatge de pacients amb relació de causalitat possible o probable del grup exercici va ser del 10% i el del grup vibració 16,3%. Els resultats mostren que no hi ha diferències entre els dos grups ($P=0.450$).

Taula 23. Relació possible o probable de les complicacions amb la intervenció realitzada.

		Grup exercici	Grup Vibració	Total
Dolor	N	8	9	17
	%	5,0%	5,6%	10,6%
Cruiximents	N	8	12	20
	%	5,0%	7,5%	12,5%
Formigueig	N	0	2	2
	%	,0%	1,2%	1,2%
Eritema	N	0	1	1
	%	,0%	0,6%	0,6%

Altres	N	0	2	2
	%	,0%	1,2%	1,2%
Nombre total de complicacions amb una causalitat possible o probable	N	16	26	42
	%	10,0%	16,3%	26,4%
Nombre total de participants	N	78	81	159
	%	49%	51%	100%

Annex 2. Quadern de Recollida de dades de l'estudi

Mercè Sitjà i Rabert ■ Tesi Doctoral

Data de signatura del consentiment informat: ____ / ____ / _____	Pac. N° Aleatorització _____	Pac. N° Centre _____	Nom Centre _____
---	------------------------------------	-------------------------	---------------------

PROJECTE DE RECERCA

Títol del projecte: “Eficàcia de l'entrenament neuromuscular mitjançant plataforma vibratòria en persones grans institucionalitzades: assaig clínic pilot”

(codi GERIAPLAT/1v1)

Finançament: Projecte finançat per una beca IMSERSO

Promotor de l'estudi: Associació Col·laboració Cochrane Iberoamericana

Investigador principal/coordinadora: Mercè Sitjà Rabert

Coordinadora logística de l'estudi i responsable de monitorització: M^a José Martínez Zapata

Centre on es realitza l'estudi:

Investigador/a responsable del centre:

Data de signatura del consentiment informat:

Pac. N° Aleatorització:

Pac. N° Centre

Nom Centre

FULL DE REGISTRE DE DADES

Dades personals:

H D

Data de naixement: _____ Edat: _____

Lloc: _____

Creris d'inclusió (tots han de ser que sí):	Creris d'exclusió (tots han de ser que no):
<p>a. Major de 65 anys: SI NO</p> <p>b. Es manté en bipedestació (amb o sense ajuda tècnica (tipus: _____))</p> <p>c. Entén la conversa: SI NO</p> <p>d. Participa voluntàriament a l'estudi: SI NO</p> <p>EN CAS NEGATIU, POT SER MOTIU D'EXCLUSIÓ DE L'ESTUDI</p>	<p>e. Presència d'alguna d'aquestes malalties (marcar la que sigui que sí):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Presentar malalties agudes que no es resolguin en un termini de 10 dies. <input type="checkbox"/> Portador/a de marcapàs (o malaltia cardíaca greu) <input type="checkbox"/> Antecedents d'epilèpsia. <input type="checkbox"/> Persones amb tromboembolisme. <input type="checkbox"/> Persones amb història de pròtesi de maluc o de genoll. <input type="checkbox"/> Persones amb desordres múscul-esquelètics i cognitius o disfuncions físiques que puguin interferir en els procediments d'entrenament. <input type="checkbox"/> No acceptar participar en l'estudi. <p>EN CAS AFIRMATIU, POT SER MOTIU D'EXCLUSIÓ DE L'ESTUDI</p>

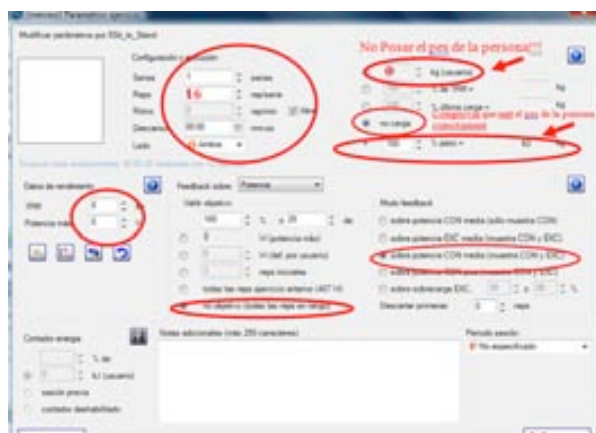
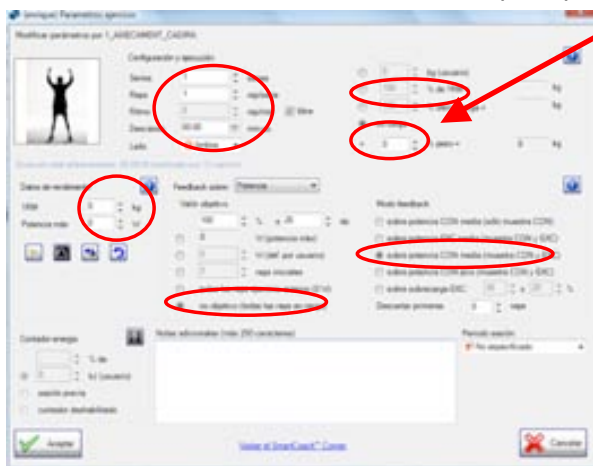
Procediment enregistrament SmartCoach:

1. Clicar la icona de l'escriptori de ordinador del programa **SmartCoach** (SC)
2. **Nuevo usuario:** Identificar al pacient amb el següent nom: **NomCentre + N°PacientCentre** (p.e. *quavitae01*)
3. Clicar a la casella del **Dia de registre** (data test)
4. **Añadir ejercicio. Buscar l'exercici:**

a. 1er test: **Aixecament_Cadira** (reps = 1)

Alerta, cal clicar **No càrrega** i posar **100** al requadre i **comprovar que surt el pes de la persona**

b. 2on test: **5_Sit_to_Stand** (reps=5)



5. Clicar el PLAY (executar exercici) i clicar INICIAR
6. Un cop fet l'exercici es guarda clicant a **HECHO**.
7. Anar a la pestanya **d'anàlisis entrenament**
8. Clicar damunt la **Prova** i anar a **Data** de realització de la prova, clicar damunt i surten els exercicis registrats en les diferents **Hores** (aquest és l'arxiu). Situant-se damunt de l'arxiu, clicar botó de la dreta del ratolí **Mostrar Datos Crudos**, s'obre una finestra, clicar damunt de **Exportar CSV**. Es guarda a la **memòria E** (data), amb el següent codificació per cada pacient: **NomCentre + N°PacientCentre + Pre / Post + 1 / 5** (p.e. *quavitae01pre1; quavitae01pre5; quavitae01post1; quavitae01post5*)

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	PRE
--	-------------------------	----------------	------------	-----

Data de la Valoració PRE:

/ /

1. VALORACIÓ PRE:

1.1. Dades generals:

Talla(m):	FCmàx(x'): <small>[FCmàx= 210 - (0,65 x edat)]</small>
Pes(kg):	FCinterval(x'): <small>[FCinterval = FCmàx – FCrepòs]</small>
PAD(mín.):	Treball al 40%(x'): <small>[W40% = FCint x 0,4 + FCrepòs]</small>
PAS(màx.):	Treball al 60%(x'): <small>[W60% = FCint x 0,6 + FCrepòs]</small>
FC repòs(x'):	

1.2. Informació mèdica:

- Té dolor en el moment de la valoració? Si No
- Localització: _____
- Mesura subjectiva del dolor (EVA):

0– 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10

Antecedents patològics	Medicació actual
N° de comorbilitats (especificar n°): _____ <input type="checkbox"/> Síndrome postcaiguda <input type="checkbox"/> Trastorn sensorial <input type="checkbox"/> Història malaltia cardiovascular <input type="checkbox"/> Història malaltia osteoarticular <input type="checkbox"/> Història de caiguda en el darrer any <input type="checkbox"/> Alcoholisme <input type="checkbox"/> Altres (especificar):	<input type="checkbox"/> Diürètics <input type="checkbox"/> Antihipertensius <input type="checkbox"/> Antidepressius <input type="checkbox"/> Sedants <input type="checkbox"/> Antipsicòtics <input type="checkbox"/> Hipoglucemiants <input type="checkbox"/> Presa > de 4 fàrmacs

1.3. Desplaçaments:

- | | | |
|--------------------------------------|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sense ajuda | Tipus: <input type="checkbox"/> Bastó de Mà | <input type="checkbox"/> Dreta |
| <input type="checkbox"/> Amb Ajuda | <input type="checkbox"/> Bastó Anglès | <input type="checkbox"/> Esquerra |
| | <input type="checkbox"/> Caminador | |
| | <input type="checkbox"/> De Personal | |
| | <input type="checkbox"/> Altres | |

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	PRE
--	-------------------------	----------------	------------	------------

1.4. Valoració Equilibri PRE:

Nom Avaluador:	
----------------	--

1.4.1. Timed up and go

(Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc. Feb 1991;39(2):142-148.)

Material: Cadira, cronòmetre i càmera de vídeo. Cinta per marcar el terra.

Al pacient se li demana que s'aixequi d'una cadira, camini **3 metres** i torni a la cadira, es giri i s'assegui (mesures del seient:entre 45-57 cm. d'alçada i els braços entre 63-65 cm.)

Instrucció: **"Aixequi's de la cadira, camini fins la marca que hi ha al terra i torni a asseure's a la cadira a pas ràpid però segur i confortable, començarà quan li diguem Ja!, preparats, llestos, Ja!"**

	Intent 1	Intent 2	Intent 3
Anotar el temps (segons, s) que triga:			
Ho realitza amb ajuda tècnica (segons, s)			
No ho pot realitzar (mobilitat precària i dependent)			

Menys de 10 segons: Bona mobilitat. Més de 20 segons: Alt risc de caigudes

Observacions:

--

Posar el número al qual determina el seu estat d'equilibri:

	I1	I2	I3
1. Normal: <10 segons			
2. Equilibri poc alterat: 10-19 segons.			
3. Moderadament alterat: 20-29 segons.			
4. Severament alterat, dependents en l'equilibri i la mobilitat: >30 segons.			

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	PRE
--	-------------------------	----------------	------------	------------

1.4.2. Tinetti test

Instruccions: "Ara li farem unes proves per veure el seu equilibri, ja li anirem dient el que ha d'anar fent". Material: Cadira dura sense recolzabraços.

Nom Avaluador:	
----------------	--

EQUILIBRI (El pacient està assegut en una cadira dura sense recolza braços. Es realitzen les següents maniobres)

	I1	I2	I3
1. Equilibri assegut			
S'inclina o llisca a la cadira	0	0	0
Es manté segur	1	1	1
2. Aixecar-se			
Impossible sense ajuda	0	0	0
Capaç, però s'ajuda dels braços	1	1	1
Capaç, sense utilitzar els braços	2	2	2
3. Intents per aixecar-se			
Incapaç sense ajut	0	0	0
Capaç, però necessita més d'un intent	1	1	1
Capaç d'aixecar-se amb un sol intent	2	2	2
4. Equilibri en bipedestació immediata (els primers 5 segons)			
Inestable (es tambaleja, mou els peus), balanceig del tronc molt evident	0	0	0
Estable però utilitza el caminador, bastó o s'agafa a altres objectes per mantenir-se	1	1	1
Estable sense caminador, bastó o altres suports	2	2	2
5. Equilibri en bipedestació			
Inestable	0	0	0
Estable, però amb una ampla base de recolzament (talons recolzats més de 10 cm) o utilitza el bastó o un altre suport	1	1	1
Recolzament estret sense suport	2	2	2
6. Empènyer (el pacient en bipedestació amb el tronc erecte i els peus tan junts com sigui possible, l'examinador empeny suaument a l'esternó del pacient amb la palma de la mà tres vegades) "Li donaré tres empentes suaus aquí davant (mostrar on) i ha de mantenir-se en equilibri"			
Comença a caure	0	0	0
Es tambaleja, s'agafa, però es manté	1	1	1
Estable	2	2	2
7. Ulls tancats (en la posició de 6)			
Inestable	0	0	0
Estable	1	1	1
8. Volta de 360 graus			
Passos discontinus	0	0	0
Continus	1	1	1
Inestable (es tambaleja, s'agafa)	0	0	0
Estable	1	1	1
9. Asseure's			
Insegur, calcula malament la distància i cau a la cadira	0	0	0
Utilitza els braços o el moviment es brusc	1	1	1
Segur, moviment suau.	2	2	2
PUNTUACIÓ EQUILIBRI PRE: (___ / 16)			

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	PRE
--	-------------------------	----------------	------------	------------

Instruccions: En un passadís o habitació (**8 metres**), el pacient està dret amb l'examinador, se li demana que :

"Camini pel passadís a pas normal, i quan arribi al final (mostrar on per ex. marca terra...) giri i torni a pas ràpid però segur"

MARXA:	I1	I2	I3
10. Iniciació de la marxa (immediatament després de donar-li l'ordre)			
Algunes vacil·lacions o múltiples intents per començar	0	0	0
No dubta	1	1	1
11. Longitud i d'alçada de pas			
a) Moviment del peu dret:			
No sobrepassa al peu esquerra amb l'altre pas	0	0	0
Sobrepassa al peu esquerra	1	1	1
El peu dret no es separa completament del terra amb el pas	0	0	0
El peu dret es separa completament del terra	1	1	1
b) Moviment del peu esquerra:			
No sobrepassa al peu dret amb l'altre pas	0	0	0
Sobrepassa al peu dret	1	1	1
El peu esquerra no es separa completament del terra amb el pas	0	0	0
El peu esquerra es separa completament del terra	1	1	1
12. Simetria del pas			
La longitud dels passos amb els peus esquerra i dret no es igual	0	0	0
La longitud sembla igual	1	1	1
13. Fluïdesa del pas			
Parades entre els passos	0	0	0
Els passos semblen continus	1	1	1
14. Trajectòria (observar el traç que realitza un dels peus durant 3 metres)			
Desviació greu de la trajectòria	0	0	0
Lleu /moderada desviació o utilitza ajudes per mantenir la trajectòria	1	1	1
Sense desviació o ajudes	2	2	2
15. Tronc			
Balanceig marcat o utilitza ajudes	0	0	0
No es balanceja però flexiona els genolls o l'esquena o separa els braços al caminar	1	1	1
No es balanceja, no es flexiona, no utilitza els braços ni altres ajudes	2	2	2
16. Postura al caminar			
Talons separats	0	0	0
Talons quasi junts al caminar	1	1	1
PUNTUACIÓ MARXA PRE: (___ /12)			
Observacions:			
PUNTUACIÓ TOTAL PRE: (___ / 28)			

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	PRE
--	-------------------------	----------------	------------	-----

1.5. Valoració Força PRE:

Identificació Pacient	Centre	N° pacient centre	Anàlisi
	/ /		PRE

Data avaluació: / /	Nom Avaluador:
---------------------	----------------

5 sit-to-stand (5STS) o The repeated chair standing test (RCS) amb smartcoach

Preparació 5STS i engistrament amb smartcoach:

- No es demana que es treguin les sabates a la persona.
- Se li col·loca un arnés ajustant-lo a la seva pelvis, de tal manera que a l'alçada del pubis se li lliga la corda de l'smartcoach, amb el mosquetó.
- S'ajusta l'alçada de la cadira a l'alçada de la persona: es demana a la persona que s'assegui a la cadira recolzant la seva esquena, i s'ajusta l'alçada de la cadira fins aconseguir 90° de genolls (goniòmetre a nivell de epicòndil extern de fèmur, braç fixe a trocànter major i braç mòbil a malleol peroneal), estant la tibia perpendicular a terra.
- Es col·loca l'aparell de l'smartcoach entremig dels peus, a nivell de malleol tibial, part anterior.
- Es demana a la persona que comenci la prova, tot i estant asseguda a la cadira, ajustada a la seva alçada, amb l'esquena recolzada al respallier, i amuna posició còmode de peus.

Material: ordinador, cadira elevable en alçada, arnés per subjectar smartcoach, smartcoach, cronòmetre, goniòmetre, càmera de filmar i tripode, cadira amb recolçabraços

Instruccions 5STS: Instruccions per la persona: La persona està asseguda a la punta de la cadira amb els peus recolzats al terra i els braços creuats al pit. L'smartcoach està preparat per fer un registre de la prova.

1er test: AIXECAMENT_CADIRA: Nom Arxiu (Centre + N°PacCentre + Pre + 1) _____ 1

Instruccions: Es demana a la persona s'assegui a la cadira el més endavant possible, creui els braços damunt del pit i se li diu la següent instrucció: "Aixequis 1 cop, far ràpid com pugui, quan li diguem Ja!, començarà a fer-ho. Preparats, llestos, JA!" (l'avaluador també indica el JA amb el gest d'aixecar la mà cap amunt). Es grava el registre de l'exercici amb l'SmartCoach (SC), no cal cronòmetre. Important: començar a gravar amb SC abans de donar l'ordre (apretar PLAY abans de donar les instruccions) i un cop parat, clicar HECHO (gravació exercici).

S'aixeca

SI / NO

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	PRE
--	-------------------------	----------------	------------	-----

Zon test: 5_Sit_to_Stand: Nom Arxiu (Centre + N°PacCentre + Pre + 5) _____ 5

SI

Es demana a la persona s'assegui recolzant l'esquena contra el respallier, creui els braços damunt del pit i se li diu la següent instrucció: "Aixequis i assentís 5 cops, tant ràpid com pugui. Quan li diguem Ja! començarà a fer-ho. Preparats, llestos, JA!" (l'avaluador també indica el JA amb el gest d'aixecar la mà cap amunt). Es mesura el temps (segons) que triga la persona fins el 5è aixecament amb un cronòmetre. També es registra l'acció amb l'smartcoach. Anotar en cada intent si és VÁLID (completar l'aixecament total de la cadira) o NUL (desenganxa glutis de la cadira però no arriba a aixecar-se fins a la posició bipeda).

	VÁLID NUL	Observacions:	9	VÁLID NUL	Observacions:
1	VÁLID NUL	Observacions:	9	VÁLID NUL	Observacions:
2	VÁLID NUL	Observacions:	10	VÁLID NUL	Observacions:
3	VÁLID NUL	Observacions:	11	VÁLID NUL	Observacions:
4	VÁLID NUL	Observacions:	12	VÁLID NUL	Observacions:
5	VÁLID NUL	Observacions:	13	VÁLID NUL	Observacions:
6	VÁLID NUL	Observacions:	14	VÁLID NUL	Observacions:
7	VÁLID NUL	Observacions:	15	VÁLID NUL	Observacions:
8	VÁLID NUL	Observacions:	16	VÁLID NUL	Observacions:

SI: si ha finalitzat la prova, s'anota el temps (segons):

NO: si la persona no pot realitzar la prova sencera, s'atura la prova i s'anota el nombre d'aixecaments vàlids realitzats:

Nº aixecaments vàlids:	
Temps total dels aixecaments realitzats (s):	

Es pot dividir els subjectes en 4 grups (Mazza 2010, tret de Guralnik 1985):

- Grup 1: $T \geq 16,7$ segons
- Grup 2: $13,7 \leq T < 16,6$ segons
- Grup 3: $11,2 \leq T < 13,6$ segons
- Grup 4: $T < 11,1$ segons

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	PRE
--	-------------------------	----------------	------------	-----

NO
<p>En el cas de trobar-se que la persona no ho pot fer es torna a realitzar el test demanant que la persona s'aixequi només un sol cop (la prova no es registra amb smartcoach però s'anota com ho fa:</p> <p>S'aixeca amb ajuda:</p> <p>SI Tipus d'ajuda de:</p> <p><input type="checkbox"/> Balanceig de braços</p> <p><input type="checkbox"/> Ajudant-se amb mans sobre genolls</p> <p><input type="checkbox"/> Ajudant-se amb les mans a la cadira</p> <p><input type="checkbox"/> Altres _____</p> <p>NO S'acaba la valoració donat que la persona és incapaç de fer el test (Guralnik 1994, 2005).</p>

Observacions 5STS:

Refredament: se li demana que la persona camini per la sala 3'.

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	POST
--	-------------------------	----------------	------------	------

Data de la Valoració POST:

/ /

1. VALORACIÓ POST:**1.1. Dades generals:**

Talla(m):

FCmàx(x´):

[FCmàx= 210 - (0,65 x edat)]

Pes(kg):

FCinterval(x´):

[FCinterval = FCmàx – Fcrepòs]

PAD(mín.):

Treball al 40%(x´):

[W40% = FCint x 0,4 + Fcrepòs]

PAS(màx.):

Treball al 60%(x´):

[W60% = FCint x 0,6 + Fcrepòs]

FC repòs(x´):

1.2. Informació mèdica:

○ Té dolor en el moment de la valoració? Sí No

○ Localització: _____

○ Mesura subjectiva del dolor (EVA):

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10

Antecedents patològics	Medicació actual
Nº de comorbiditats (especificar nº): _____	<input type="checkbox"/> Diürètics
<input type="checkbox"/> Síndrome postcaiguda	<input type="checkbox"/> Antihipertensius
<input type="checkbox"/> Trastorn sensorial	<input type="checkbox"/> Antidepressius
<input type="checkbox"/> Història malaltia cardiovascular	<input type="checkbox"/> Sedants
<input type="checkbox"/> Història malaltia osteoarticular	<input type="checkbox"/> Antipsicòtics
<input type="checkbox"/> Història de caiguda en el darrer any	<input type="checkbox"/> Hipoglucemiants
<input type="checkbox"/> Alcoholisme	
<input type="checkbox"/> Altres (especificar):	<input type="checkbox"/> Presa > de 4 fàrmacs

1.3. Desplaçaments: Sense ajudaTipus: Bastó de Mà Dreta Amb Ajuda Bastó Anglès Esquerra Caminador De Personal Altres

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	POST
--	-------------------------	----------------	------------	------

Nom Avaluador:	
----------------	--

1.4. Valoració Equilibri POST:

1.4.1. Timed up and go

(Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc. Feb 1991;39(2):142-148.)

Material: Cadira, cronòmetre i càmera de vídeo. Cinta per marcar el terra.

Al pacient se li demana que s'aixequi d'una cadira, camini **3 metres** i torni a la cadira, es giri i s'assegui (mesures del seient:entre 45-57 cm. d'alçada i els braços entre 63-65 cm.)

Instrucció: **"Aixequi's de la cadira, camini fins la marca que hi ha al terra i torni a asseure's a la cadira a pas ràpid però segur i confortable, començarà quan li diguem Ja!, preparats, llestos, Ja!"**

	Intent 1	Intent 2	Intent 3
Anotar el temps (segons, s) que triga:			
Ho realitza amb ajuda tècnica (segons, s)			
No ho pot realitzar (mobilitat precària i dependent)			

Menys de 10 segons: Bona mobilitat. Més de 20 segons: Alt risc de caigudes

Observacions:

Posar el número al qual determina el seu estat d'equilibri:

	I1	I2	I3
1. Normal: <10 segons			
2. Equilibri poc alterat: 10-19 segons.			
3. Moderadament alterat: 20-29 segons.			
4. Severament alterat, dependents en l'equilibri i la mobilitat: >30 segons.			

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	POST
--	-------------------------	----------------	------------	------

1.4.2. Tinetti test

Instruccions: "Ara li farem unes proves per veure el seu equilibri, ja li anirem dient el que ha d'anar fent". Material: Cadira dura sense recolzabraços.

Nom Avaluador:	
----------------	--

EQUILIBRI (El pacient està assegut en una cadira dura sense recolza braços. Es realitzen les següents maniobres)

	I1	I2	I3
1. Equilibri assegut			
S'inclina o llisca a la cadira	0	0	0
Es manté segur	1	1	1
2. Aixecar-se			
Impossible sense ajuda	0	0	0
Capaç, però s'ajuda dels braços	1	1	1
Capaç, sense utilitzar els braços	2	2	2
3. Intents per aixecar-se			
Incapaç sense ajut	0	0	0
Capaç, però necessita més d'un intent	1	1	1
Capaç d'aixecar-se amb un sol intent	2	2	2
4. Equilibri en bipedestació immediata (els primers 5 segons)			
Inestable (es tambaleja, mou els peus), balanceig del tronc molt evident	0	0	0
Estable però utilitza el caminador, bastó o s'agafa a altres objectes per mantenir-se	1	1	1
Estable sense caminador, bastó o altres suports	2	2	2
5. Equilibri en bipedestació			
Inestable	0	0	0
Estable, però amb una ampla base de recolzament (talons recolzats més de 10 cm) o utilitza el bastó o un altre suport	1	1	1
Recolzament estret sense suport	2	2	2
6. Empènyer (el pacient en bipedestació amb el tronc erecte i els peus tan junts com sigui possible, l'examinador empeny suaument a l'esternó del pacient amb la palma de la mà tres vegades) "Li donaré tres empentes suaus aquí davant (mostrar on) i ha de mantenir-se en equilibri"			
Comença a caure	0	0	0
Es tambaleja, s'agafa, però es manté	1	1	1
Estable	2	2	2
7. Ulls tancats (en la posició de 6)			
Inestable	0	0	0
Estable	1	1	1
8. Volta de 360 graus			
Passos discontinus	0	0	0
Continus	1	1	1
Inestable (es tambaleja, s'agafa)	0	0	0
Estable	1	1	1
9. Asseure's			
Insegur, calcula malament la distància i cau a la cadira	0	0	0
Utilitza els braços o el moviment es brusc	1	1	1
Segur, moviment suau.	2	2	2
PUNTUACIÓ EQUILIBRI POST: (___ / 16)			

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	POST
--	-------------------------	----------------	------------	------

Instruccions: En un passadís o habitació (**8 metres**), el pacient està dret amb l'examinador, se li demana que :

"Camini pel passadís a pas normal, i quan arribi al final (mostrar on per ex. marca terra...) giri i torni a pas ràpid però segur"

MARXA:

	I1	I2	I3
10. Iniciació de la marxa (immediatament després de donar-li l'ordre)			
Algunes vacil·lacions o múltiples intents per començar	0	0	0
No dubta	1	1	1
11. Longitud i d'alçada de pas			
a) Moviment del peu dret:			
No sobrepassa al peu esquerra amb l'altre pas	0	0	0
Sobrepassa al peu esquerra	1	1	1
El peu dret no es separa completament del terra amb el pas	0	0	0
El peu dret es separa completament del terra	1	1	1
b) Moviment del peu esquerra:			
No sobrepassa al peu dret amb l'altre pas	0	0	0
Sobrepassa al peu dret	1	1	1
El peu esquerra no es separa completament del terra amb el pas	0	0	0
El peu esquerra es separa completament del terra	1	1	1
12. Simetria del pas			
La longitud dels passos amb els peus esquerra i dret no es igual	0	0	0
La longitud sembla igual	1	1	1
13. Fluïdesa del pas			
Parades entre els passos	0	0	0
Els passos semblen continus	1	1	1
14. Trajectòria (observar el traç que realitza un dels peus durant 3 metres)			
Desviació greu de la trajectòria	0	0	0
Lleu /moderada desviació o utilitza ajudes per mantenir la trajectòria	1	1	1
Sense desviació o ajudes	2	2	2
15. Tronc			
Balanceig marcat o utilitza ajudes	0	0	0
No es balanceja però flexiona els genolls o l'esquena o separa els braços al caminar	1	1	1
No es balanceja, no es flexiona, no utilitza els braços ni altres ajudes	2	2	2
16. Postura al caminar			
Talons separats	0	0	0
Talons quasi junts al caminar	1	1	1
PUNTUACIÓ MARXA POST: (___ /12)			
Observacions:			
PUNTUACIÓ TOTAL POST: (___ / 28)			

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	POST
--	-------------------------	----------------	------------	------

1.5. Valoració Força POST:

Identificació Pacient	Centre	N° pacient centre	Anàlisi
	/ /	/	POST

Data avaluació:	Nom Avaluador:
/ /	

5 sit-to-stand (5STS) o The repeated chair standing test (RCS) amb smartcoach

Preparació 5STS i engistrament amb smartcoach:

- No es demana que es treguin les sabates a la persona.
- Se li col·loca un arnes ajustant-lo a la seva pelvis, de tal manera que a l'alçada del pubis se li lliga la corda de l'smartcoach, amb el mosquetó.
- S'ajusta l'alçada de la cadira a l'alçada de la persona: es demana a la persona que s'assegui a la cadira recolzant la seva esquena, i s'ajusta l'alçada de la cadira fins aconseguir 90° de genolls (goniòmetre a nivell de epicondíl·li extern de fèmur, braç fixe a trocànter major i braç mòbil a malleol peroneal), estant la tibia perpendicular al terra.
- Es col·loca l'aparell de l'smartcoach entremig dels peus, a nivell de malleol tibial, part anterior.
- Es demana a la persona que comenci la prova, tot i estant asseguda a la cadira, ajustada a la seva alçada, amb l'esquena recolzada al respallier, i amuna posició còmode de peus.

Material: ordinador, cadira elevable en alçada, arnes per subjectar smartcoach, smartcoach, cronòmetre, goniòmetre, càmera de filmar i tripode, cadira amb recolçabraços

Instruccions 5STS: Instruccions per la persona: La persona està assegurada a la punta de la cadira amb els peus recolzats al terra i els braços creuats al pit. L'smartcoach està preparat per fer un registre de la prova.

1er test: AIXECAMENT_CADIRA: Nom Arxiu (Centre + N°PacCentre + Post + 1) _____ 1

Instruccions: Es demana a la persona s'assegui a la cadira el més endavant possible, creui els braços damunt del pit i se li diu la següent instrucció: "Aixequis 1 cop, far ràpid com pugui, quan li diguem Ja!, començarà a fer-ho. Preparats, llestos, JA!" (l'avaluador també indica el JA amb el gest d'aixecar la mà cap amunt). Es grava el registre de l'exercici amb l'SmartCoach (SC), no cal cronòmetre. Important: començar a gravar amb SC abans de donar l'ordre (apretar PLAY abans de donar les instruccions) i un cop parat, clicar HECHO (gravació exercici).

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	POST
--	-------------------------	----------------	------------	------

Zon test: 5_Sit_to_Stand: Nom Arxiu (Centre + N°PacCentre + Post + 5) _____ 5

SI

Es demana a la persona s'assegui recolzant l'esquena contra el respallier, creui els braços damunt del pit i se li diu la següent instrucció: "Aixequis i assentis 5 cops, tant ràpid com pugui. **Quan li diguem Ja! començarà a fer-ho. Preparats, llestos, JA!**" (l'avaluador també indica el JA amb el gest d'aixecar la mà cap amunt). Es mesura el temps (segons) que triga la persona fins el 5è aixecament amb un cronòmetre. També es registra l'acció amb l'smartcoach. Anotar en cada intent si és VÁLID (completar l'aixecament total de la cadira) o NUL (desenganxa glutis de la cadira però no arriba a aixecar-se fins a la posició bipeda).

1	VÁLID NUL	Observacions:	9	VÁLID NUL	Observacions:
2	VÁLID NUL	Observacions:	10	VÁLID NUL	Observacions:
3	VÁLID NUL	Observacions:	11	VÁLID NUL	Observacions:
4	VÁLID NUL	Observacions:	12	VÁLID NUL	Observacions:
5	VÁLID NUL	Observacions:	13	VÁLID NUL	Observacions:
6	VÁLID NUL	Observacions:	14	VÁLID NUL	Observacions:
7	VÁLID NUL	Observacions:	15	VÁLID NUL	Observacions:
8	VÁLID NUL	Observacions:	16	VÁLID NUL	Observacions:

SI: si ha finalitzat la prova, s'anota el temps (segons):

Es pot dividir els subjectes en 4 grups (Mazza 2010, tret de Guralnik 1985):

- Grup 1: $T' \geq 16,7$ segons
- Grup 2: $13,7 \leq T' < 16,6$ segons
- Grup 3: $11,2 \leq T' < 13,6$ segons
- Grup 4: $T' < 11,1$ segons

NO: si la persona no pot realitzar la prova sencera, s'atura la prova i s'anota el nombre d'aixecaments vàlids realitzats:

N° aixecaments vàlids:	
Temps total dels aixecaments realitzats (s):	

Data de signatura del consentiment informat: / /	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre	POST
--	-------------------------	----------------	------------	------

NO
<p>En el cas de trobar-se que la persona no ho pot fer es torna a realitzar el test demanant que la persona s'aixequi només un sol cop (la prova no es registra amb smartcoach però s'anota com ho fa:</p> <p>S'aixeca amb ajuda:</p> <p>SI Tipus d'ajuda de:</p> <p><input type="checkbox"/> Balanceig de braços</p> <p><input type="checkbox"/> Ajudant-se amb mans sobre genolls</p> <p><input type="checkbox"/> Ajudant-se amb les mans a la cadira</p> <p><input type="checkbox"/> Altres _____</p> <p>NO S'acaba la valoració donat que la persona és incapaç de fer el test (Guralnik 1994, 2005).</p>

Observacions 5STS:

--

Refredament: se li demana que la persona camini per la sala 3'.

Data de signatura del consentiment informat:
--

Pac. N° Aleatorització:

Pac. N° Centre

Nom Centre

2. CONTROL DE CAIGUDES

(Implementar-lo després de registrar la caiguda al registre de caigudes, veure full annex de *Registre de caigudes*)

Ordinal caiguda <i>(posar la data)</i>	Conseqüències <i>(s'escriu la conseqüència per cada caiguda)</i>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Data de signatura del consentiment informat:

Pac. N° Aleatorització:

Pac. N° Centre

Nom Centre

Registre de caigudes (RCa)

(modificat de la tesis doctoral: Zenevton A Da Silva.A. Incidencia, factores de riesgo y consecuencias de las caídas en ancianos institucionalizados de la región de Murcia. Universidad de Murcia)

Identificació Pacient Centre: _____ **Gènere:** H / D **Edat:** _____ **Centre:** _____

Codis per emplenar la taula de sota:

1. Lloc de la caiguda	1. Bany	2. Habitació	3. Passadís	4. Carrer	5. Altres (especificar)
2. Moment de la caiguda	1. Matí	2. Tarda	3. Nit	4. No ho sap	
3. Tipus de caiguda	1. Mareig	2. Apartament accidental	3. Provocada per tercers	4. No ho sap	5. Altres (especificar)
4. Hi havia algun objecte que hagués propiciat la caiguda?	1. No	2. Sí	3. No ho recorda	4. Altres (cal especificar, per ex. manca baranes, passamans, dificultat accedir timbre, roba inadequada, manca ajuda tècnica per deambular, desordre...)	
5. Il·luminació	1. Mal il·luminat	2. Ben il·luminat			
6. Calçat	1. Tancat	2. Taló a l'aire	3. Descaïç		
7. Condicions del terra	1. Llís	2. Reliscós	3. Irregular	4. Amb pendent	5. Escalles
8. Temps que ha estat al terra?	1. Es va aixecar immediatament	2. Uns minuts	3. Menys d'una hora	4. Més d'una hora	5. No ho pot recordar
9. S'ha pogut aixecar?	1. No	2. Sí, amb ajuda	3. Sí, sense ajuda	4. Traumatisme crani encefàlic	5. Altres (especificar)
10. Conseqüències immediates de la caiguda	1. Sense conseqüències aparents	2. Dolor, ferida o contusió	3. Fractura o conseqüències greus		
11. Té por a tornar a caure? (preguntar a la persona)	1. No	2. Sí	3. No ho sap		
12. Va haver requerir assistència?	1. No	2. A la residència o centre	3. Hospital	4. Altres(especificar)	
13. Ha requerit tractament addicional després de la caiguda?	1. No	2. Medicació (noves pautes, canvis...)	3. Fisioteràpia	4. Altres (especificar)	

Data	Característiques caigudes													Nom persona que ha complimentat el RCa i Firma	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1.															
2.															

Data de signatura del consentiment informat:	Pac. N° Aleatorització:	Nom Centre
	Pac. N° Centre	

Data	Característiques caigudes													Nom persona que ha complimentat el RCa i Firma
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
3.														
4.														
5.														
6.														
7.														
8.														
9.														
10.														
11														
12														
13														
14														
15														

3. COMPLIMENT TERAPÈUTIC

Data:	_ _ / _ _ / _ _ _ _ / _ _ _ _
Ha seguit el protocol establert?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Dies de compliment:	_____ dies
Causa (especificar):	

Data de signatura del consentiment informat:	Pac. N° Aleatorització:	Pac. N° Centre	Nom Centre
--	-------------------------	----------------	------------

4. COMPLICACIONS DE LA INTERVENCIÓ

	Complicació 1=Dolor, 2=Cruiximents, 3=Formigueig, 4=Eritema, 5=Edema, 6=Altres (especificar)	Localització	Descripció	Gravetat 1=Lleu, 2=Moderada 3=Greu	Relació amb la intervenció en estudi 0= Ninguna, 1=Remota, 2=Possible, 3=Probable	Data d'aparició	Sessió en què apareix 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Data de finalització	Sessió en què finalitza 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Valoració subjectiva (EVA)	Mesures adoptades 0= Cap; 1= Atenció del metge del centre o residència; 2= Pauta de nova medicació; 3=Tractament No farmacològic; 4= Hospitalització
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											

Observacions

--

