



Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

TESI DOCTORAL

**Efectivitat d'un model de coixí intel·ligent per a la prevenció
de lesions cutànies en un pacient amb lesió medul·lar en
condicions extremes – DAKAR 2017**

Dins del marc del projecte de la Fundació Isidre Esteve de la creació i patent d'un coixí anti-úlceres per pressió per a un bucket de vehicle de competició i posterior aplicació a cadires de rodes convencionals.

Director: **Dr. Miguel Ángel GONZÁLEZ VIEJO**

Director: **Dr. Jordi ESQUIROL CAUSSA**

Tutor: **Dr. Joan Carles MONLLAU GARCIA**

Autor: **Miquel Àngel COS i MORERA**

Programa de Doctorat: **Cirurgia i Ciències Morfològiques**

Departament de Cirurgia

Universitat Autònoma de Barcelona

Barcelona 2020

COS MORERA, M.A.

***Efectivitat d'un model de coixí intel·ligent
per a la prevenció de lesions cutànies
en un pacient amb lesió medul·lar
en condicions extremes – DAKAR 2017***

Universitat Autònoma de Barcelona, 2020.

Correspondència

Escoles Universitàries Gimbernat i Tomàs Cerdà

Avinguda de la Generalitat 202, 206


08174 St. Cugat del Vallès

miquel.cos@eug.es

"Sí vols anar ràpid, vés sol.
Sí vols arribar lluny, vés acompanyat "

Proverbi africà.





***“...m’han limitat més les úlceres per pressió
que la pròpia lesió medul·lar”.***

Isidre Esteve

Agraïments

Als meus pares, Àngel i Ma. Rosa, per la formació que m'han donat al llarg de tota la vida. Us estimo i us dono gràcies per tot el que heu fet per a mi i els meus germans/es.

A la Patxi, la meva esposa, pel seu suport constant. Per la seva actitud i paciència en el procés d'aquesta tesi i en la vida. Als nostres fills Carlota, Mariona i Nil, per la força que em donen cada dia.

A l'Isidre Esteve i a la Lúdia Guerrero. L'Isidre, responsable de seduir i d'implicar a un grup gran de diferents professionals en un projecte realment traslacional, que ha tingut com a objectiu millorar la qualitat de vida de les persones amb lesió medul·lar. A la Lúdia, per ser la mà dreta i esquerra en l'estudi de camp en el Dakar 2017. Sense el seu inestimable ajut no hauria pogut recollir totes les dades. A tots dos per incloure'm en aquest repte des del seu inici.

A en Chema Villalobos, més que un copilot. Per implicar-se i preocupar-se en tots els assaigs.

Al Dr. Miguel Ángel González Viejo, cap del servei de de lesionats medul·lars de la Vall d'Hebron, motor del projecte des de l'inici. Per la seva inestimable experiència i criteri professional; per compartir i ensenyar-me des de l'inici del projecte i guiar-me en la tesi i donar-me l'oportunitat d'aprendre.

Al Dr. Jordi Esquirol, codirector i professor en la meva formació en el Màster d'investigació Translacional de la Universitat Gimbernat per arribar fins aquí. Pels consells i l'ajut en l'elaboració d'aquesta tesi, en l'anàlisi estadística i la seva disponibilitat en tot moment. Per explicar de manera accessible conceptes complexos per a mi.

Al Dr. Joan Carles Monllau, per la seva predisposició en tot moment. Per tenir sempre un sí com a primera opció. Més enllà d'aquesta tesi, pel tracte professional i humà que sempre ofereix a tothom.

Al Dr. Enric Càceres Palou, pel seu ajut durant els dos primers anys de tesi, previs a la seva merescuda jubilació. Gràcies pel tracte i consells.

Al Dr. Lluís Til, Dr. Antoni Turmo i Dr. Isaí David Domínguez, amics i companys de feina. Pel seu ajut en l'estudi a la càmera climàtica i l'aprenentatge en l'ús de l'ecografia Doppler i la seva interpretació. Per les converses i experiències viscudes al costat de l'Isidre en la Baja Aragón entre d'altres.

Al Dr. Pep Medina, Dr. Enric Sirvent, Dr. Toni Morral i l'Alfons Mascaró per l'ajut i consells quan els he necessitat. Per la feina ben feta i l'amistat.

A la Sílvia Bleda, infermera i professora de les Escoles Universitàries Gimbernat. Pel seu ajut i criteri durant el Dakar'17.

Al Centre d'Alt Rendiment Esportiu (CAR) de Sant Cugat del Vallès per formar part del projecte de la Fundació Isidre Esteve. A tot l'equip d'excel·lents professionals que hi treballen. Al Departament de Fisiologia per fer-me un espai en el seu departament i poder portar a terme l'estudi amb el pilot en la Camara Climàtica el 2014.

A tot l'equip professional cosmorera.cat. Per implicar-se en tot moment i cuidar d'assumir les meves absències.

A en Josep Maria Lloreda, perquè gràcies a ell el projecte es pot portar a terme. Per obrir les portes de "casa seva" i aportar la seva incalculable experiència en el treball en equip. Pels seus coneixements en tants àmbits.

A l'enginyer Joan Casas, per no dir mai no a res i afrontar i solucionar tots els reptes que se li plantegen, per complicats que siguin.

A l'enginyer Antonio Mengíbar per la seva envejable intel·ligència i talent. Per saber adaptar-se als que, difícilment, mai estarem al seu nivell. Sempre el primer en complir amb els plaços marcats en la enginyeria electrònica i empenya a tot al grup. Per la seva generosa implicació en tot.

A en Damià Aguilar (Catalunya Radio), Daniel Lifona (Marca), Sergio Lillo (Motorsport.com), Pipo López (As), periodistes del DAKAR'17. Per acollir-me com un més i donar-me informació i tot tipus d'explicacions del món del motor. Per compartir els moments bons i dolents del Dakar, fent pinya.

A tot l'equip Repsol. Als mecànics, sobretot, per contribuir molt en que l'Isidre i en Chema puguin competir i acabar sempre en les millors condicions.

A l'empresa TESTO, per deixar-nos desinteressadament la Càmera Termogràfica per l'estudi; per les explicacions, consideracions i consells en la seva utilització.

A l'empresa General Electric per cedir-me l'excel·lent ecògraf portàtil LOGIQ ER7.

A totes les PERSONES i INSTITUCIONS que, en un moment o altre, s'han implicat en aquest projecte des del 2010 i han aportat el seu gra de sorra des de visions professionals ben diferents.





"L'objectiu principal d'aquest projecte és obtenir un benefici social a través d'un estudi que ha de permetre que, persones amb una discapacitat, s'integrin a la vida laboral i els permeti normalitzar el seu dia a dia".

Isidre Esteve

Jo, Miquel Àngel Cos i Morera, declaro que no he rebut cap remuneració per a la realització d'aquesta tesi. Tots els costos de l'estudi de camp al Dakar 2017 i assajos els he assumit jo mateix, no tenint cap condicionant en la interpretació dels resultats de l'estudi.

Vull agrair a la **Fundació Isidre Esteve** totes les facilitats que m'han donat des de l'inici del projecte per formar part de l'equip de treball i poder assistir a totes les reunions amb les diferents empreses que han estat vinculades en aquest projecte, i permetre'm l'accés a tota la informació i dades que he necessitat.

SUMARI

AGRAÏMENTS	7
ABREVIACIONS:	27
GLOSSARI:	29
PRÒLEG:	31
PRIMERA PART:	33
FONAMENTS TEÒRICS. ESTAT DE LA QÜESTIÓ.	33
1 ESTAT DE LA QÜESTIÓ	33
1.1 INTRODUCCIÓ A L'ESTAT ACTUAL DE LA QÜESTIÓ I JUSTIFICACIÓ.	33
1.2 ANTECEDENTS	35
1.3 PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA D'INVESTIGACIÓ	54
1.4 APROXIMACIÓ AL CONTEXT DE LA LESIÓ MEDUL·LAR	55
1.4.1 <i>Fisiopatologia</i>	56
1.4.2 <i>Classificació de la lesió medul·lar</i>	57
1.4.3 <i>Epidemiologia</i>	60
1.4.4 <i>Tractament i rehabilitació</i>	64
1.4.5 <i>Complicacions de la lesió medul·lar</i>	67
1.4.6 <i>Úlceres per pressió</i>	70
1.4.6.1 <i>Definició i etiologia</i>	70
1.4.6.2 <i>Perspectiva històrica</i>	71
1.4.6.3 <i>Classificació de les úlceres per pressió</i>	73
1.4.6.4 <i>Epidemiologia i factors de risc</i>	77
1.4.6.5 <i>Impacte socioeconòmic</i>	78
1.4.6.6 <i>Conceptes bàsics en la curació d'úlceres per pressió</i>	79
1.4.6.7 <i>Tractament</i>	86
1.4.6.8 <i>Úlceres per pressió en la lesió medul·lar</i>	92
1.4.6.9 <i>Prevenció d'úlceres per pressió en lesionats medul·lars</i>	94
SEGONA PART: ESTUDI CIENTÍFIC	97
2 INTRODUCCIÓ I PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA:	97
2.1 HIPÒTESI I OBJECTIUS:	98
3 MOSTRA:	99
4 DISSENY DE LA INVESTIGACIÓ:	99

5 REALITZACIÓ DE L'ESTUDI:	99
6 METODOLOGIA DE LA RECOLLIDA DE DADES:	101
6.1 INSTRUMENTACIÓ PER A LES VALORACIONS:.....	101
6.2 MÈTODE DE RECOLLIDA DE DADES:	102
6.2.1 <i>Tests a realitzar: Es varen realitzar abans i després de cada etapa.</i>	102
6.2.2 <i>Metodologia de les valoracions:</i>	102
6.2.3 <i>Protocol en la realització de les valoracions</i>	103
6.2.4 <i>Indumentària</i>	104
6.2.5 <i>Dieta i hidratació</i>	104
6.2.6 <i>Analítica</i>	104
6.3 ANÀLISI DE DADES I ESTADÍSTICA	104
6.4 ANTECEDENTS DEL TEST D'AVUACIÓ	105
7 INTERVENCIÓ:	106
7.1 LA CURSA PREVISTA	106
7.2 EL COIXÍ.....	107
8 RAONAMENT BIOÈTIC:	112
9 RESULTATS:	114
9.1 ERITEMA PREVI A L'INICI DE LA CURSA	114
9.2 DESENVOLUPAMENT DE LA CURSA I LES SEVES CIRCUMSTÀNCIES	114
9.3 ANÀLISI DE LES DADES DE LA TEMPERATURA DE LA PELL AMB LÀSER:	117
9.3.1 <i>Anàlisi de la temperatura de la pell amb el punter làser abans i després de cada etapa. Isqui dret i esquerre:</i>	117
9.3.2 <i>Anàlisi de la temperatura de la pell amb el punter làser abans i després de cada etapa entre isquis:</i>	117
9.4 ANÀLISI DE LES DADES DE LA TEMPERATURA DE LA PELL AMB TERMOGRAFIA (CT):	118
9.4.1 <i>Anàlisi de la temperatura mitjana de la pell amb la CT abans i després de cada etapa. Isqui dret i esquerre:</i>	118
9.4.2 <i>Anàlisi de la temperatura mitjana de la pell amb la CT abans i després de cada etapa entre isquis:</i>	118
9.4.3 <i>Anàlisi de la temperatura màxima de la pell amb la CT abans i després de cada etapa. Isqui dret i esquerre:</i>	119
9.4.4 <i>Anàlisi de la temperatura màxima de la pell amb la CT abans i després de cada etapa entre isquis:</i>	119

9.4.5	Anàlisi de la temperatura mínima de la pell amb la CT abans i després de cada etapa. Isqui dret i esquerre:.....	120
9.4.6	Anàlisi de la temperatura mínima de la pell amb la CT abans i després de cada etapa entre isquis:.....	120
9.5	ANÀLISI DE LES DADES DE MESURES ECOGRÀFIQUES (US) I VASCULARITZACIÓ AMB ECOGRÀFICA DOPPLER (US-D).....	120
9.5.1	Anàlisi de la mesura transversal de la pell entre l'isqui dret i l'esquerre:.	121
9.5.2	Anàlisi de la mesura longitudinal de la pell entre l'isqui dret i l'esquerre:	121
9.5.3	Anàlisi del gruix del teixit subcutani de la pell entre l'isqui dret i l'esquerre:.....	121
9.5.4	Anàlisi de la vascularització de l'isqui dret i l'esquerre:.....	122
10	DISCUSSIÓ:	123
10.1	RESPECTE LA VALORACIÓ ECOGRÀFICA:	124
10.1.1	Mesures tissulars. Mesures transversals, longitudinals i gruix de la pell.	124
10.1.2	Vascularització	127
10.2	RESPECTE LA VALORACIÓ AMB CT:.....	128
10.3	RESPECTE AL PUNTER LÀSER	129
10.4	HORES DE PILOTATGE	129
11	CONCLUSIONS:	131
11.1	CONCLUSIONS DE LA PART TEÒRICA	131
11.2	CONCLUSIONS DE L'ESTUDI CIENTÍFIC	132
12	LIMITACIONS:	134
13	FUTURES LÍNIES DE RECERCA:	134
14	ANNEXES:	137
14.1	VALORACIONS PRÈVIES AL RAL·LI. (US, UD-D, LÀSER I CT). DEL 28 DE DESEMBRE DEL 2016 I 1 DE GENER DEL 2017). TAULES I FIGURES.....	141
14.2	VALORACIONS PER ETAPES DURANT EN EL RAL·LI DAKAR 2017 (DEL 2 AL 14 DE GENER).....	151
14.3	TAULES I FIGURES DE L'ANÀLISI DE DADES.....	188
15	BIBLIOGRAFIA	207

ÍNDIX DE FIGURES:

PRIMERA PART: FONAMENTS TEÒRICS. ESTAT DE LA QÜESTIÓ.

1 ESTAT DE LA QÜESTIÓ.

Figura 1.1.	<i>Gràfic que mostra la relació pressió-temps. Bauer y Phillips, 2008</i>	36
Figura 1.2.	<i>Fenomen de "punta de l'iceberg" en la formació d'UPP. Bauer i Phillips, 2008</i>	37
Figura 1.3.	<i>Equipament emprat en l'estudi per comparar protocols d'alleujament de pressió. Makhsous et al., 2007a</i>	38
Figura 1.4.	<i>Cadira de rodes equipada amb el sistema de pressió alterna emprat en l'estudi de Makhsous i al., 2007b</i>	48
Figura 1.5.	<i>Demostració dels protocols d'alleugeriment de pressió en el grup de paraplàgics i en el grup de tetraplàgics. Makhsous et al., 2007b</i>	49
Figura 1.6.	<i>Pressions d'interfície mitges sobre el coixí en les postures Normal (A) i WO-BPS (B). Makhsous et al., 2007b</i>	49
Figura 1.7.	<i>Coixins analitzats en l'estudi de Gil-Agudo i col·laboradors, 2009</i>	52
Figura 1.8.	<i>Sistema mapeig de pressió Xsensor® utilitzat en l'estudi de Trewartha i Stiller. Trewartha i Stiller, 2011</i>	53
Figura 1.9.	<i>Coixí Starlock (esquerra) i Coixí de la casa Roho (dreta)</i>	54
Figura 1.10.	<i>Certificat de patent amb el nom dels inventors</i>	55
Figura 1.11.	<i>Mecanismes de la lesió medul·lar primària i secundària primerenca. Figura adaptada de Witiw i Fehlings, 2015</i>	57
Figura 1.12.	<i>Incidències anuals relatives de lesió medul·lar de països, estats/províncies i regions. Singh et al, 2014</i>	61
Figura 1.13.	<i>Causalitat de la lesió medul·lar en varis països. Singh et al, 2014</i>	62
Figura 1.14.	<i>Classificació de les UPP, establerta per el NPUAP/ EPUAP segons la gravetat de la lesió. National Pressure Ulcer Advisory Panel et al., 2014</i>	76
Figura 1.15.	<i>Etafes clàssiques de la reparació de ferides. Gurtner et al., 2008</i>	80
Figura 1.16.	<i>Control ecogràfic durant l'etapa de descans a LA PAZ (BOL)</i>	96

SEGONA PART: ESTUDI CIENTÍFIC

6 METODOLOGIA DE LA RECOLLIDA DE DADES:

Figura 6.1.1.	<i>Càmera Termogràfica Testo 882</i>	101
Figura 6.1.2.	<i>Làser SacanTemp 440</i>	101
Figura 6.1.3.	<i>Ecògraf General Electric LOGIQ ER7</i>	102
Figura 6.2.1.	<i>Valoració ecogràfica a Tupiza al finalitzar l'etapa</i>	103
Figura 6.2.2.	<i>Analítica abans del Dakar (annexes)</i>	137
Figura 6.2.3.	<i>Analítica abans del Dakar (annexes)</i>	137
Figura 6.2.4.	<i>Analítica després del Dakar (annexes)</i>	137

7 METODOLOGIA DE LA RECOLLIDA DE DADES:

Figura 7.1.	<i>Imatge general del coixí intel·ligent</i>	108
Figura 7.2.	<i>Detall caixa de màquines</i>	109
Figura 7.3.	<i>Detall bloc de vàlvules i control</i>	109

Figura 7.4.	<i>Imatge de la pressió en tuberositats isquiàtiques. Medical X3 Programari v6.0 LXSensor Technology®</i>	110
Figura 7.5.	<i>Coixí dins del bucket del vehicle de competició amb l'ancoratge per els cinturons de seguretat</i>	111
Figura 7.6.	<i>Coixí dins del bucket del vehicle de competició amb l'ancoratge per els cinturons de seguretat</i>	111
8 RAONAMENT BIOÈTIC:		
Figures 8.1. i 8.2.	<i>Compromís de l'investigador (annexes)</i>	138
Figures 8.3., 8.4.	<i>Consentiment informat (annexes)</i>	139
Figures 8.5. i 8.6.	<i>Consentiment informat (annexes)</i>	140
14 ANNEXES:		
14.1 VALORACIONS PRÈVIES A LA COMPETICIÓ (US, LÀSER I CT).....		
<i>Dia 28, valoracions prèvies al viatge a Paraguai</i>		
Figura 14.1.1.	<i>US Tall Transversal isqui dret tarda 28 desembre'16</i>	141
Figura 14.1.2.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret tarda 28 desembre'16</i>	141
Figura 14.1.3.	<i>US-Doppler isqui dret tarda 28 desembre'16</i>	141
Figura 14.1.4.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre tarda 28 desembre'16</i>	141
Figura 14.1.5.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre tarda 28 desembre'16</i>	141
Figura 14.1.6.	<i>US-Doppler isqui esquerre tarda 28 desembre'16</i>	141
<i>Dia 30, arribada a Asunción (Paraguai)</i>		
Figura 14.1.7.	<i>US Tall Transversal isqui dret matí 30 desembre'16</i>	142
Figura 14.1.8.	<i>US Tall Longitudinal i Doppler isqui dret matí 30 desembre'16</i>	142
Figura 14.1.9.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre matí 30 desembre'16</i>	142
Figura 14.1.10.	<i>US Tall Longitudinal i Doppler isqui esquerre matí 30 desembre'16</i>	142
Figura 14.1.11.	<i>US Tall Transversal isqui dret tarda 30 desembre'16</i>	143
Figura 14.1.12.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret tarda 30 desembre'16</i>	143
Figura 14.1.13.	<i>US-Doppler isqui dret tarda 30 desembre'16</i>	143
Figura 14.1.14.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre tarda 30 desembre'16</i>	143
Figura 14.1.15.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre tarda 30 desembre'16</i>	143
Figura 14.1.16.	<i>US-Doppler isqui esquerre tarda 30 desembre'16</i>	143
Figura 14.1.17.	<i>Tª CT isqui esquerre matí 30 desembre'16</i>	144
Figura 14.1.18.	<i>Tª CT isqui dret matí 30 desembre'16</i>	144
Figura 14.1.19.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda 30 desembre'16</i>	144
Figura 14.1.20.	<i>Tª CT isqui dret tarda 30 desembre'16</i>	144
<i>Dia 31 Asunción (Paraguai)</i>		
Figura 14.1.21.	<i>US Tall Transversal isqui dret matí 31 desembre'16</i>	145
Figura 14.1.22.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret matí 31 desembre'16</i>	145
Figura 14.1.23.	<i>US-Doppler isqui dret matí 31 desembre'16</i>	145
Figura 14.1.24.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre matí 31 desembre'16</i>	145
Figura 14.1.25.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre matí 31 desembre'16</i>	145
Figura 14.1.26.	<i>US-Doppler isqui esquerre matí 31 desembre'16</i>	145

Figura 14.1.27.	<i>US Tall Transversal isqui dret tarda 31 desembre'16</i>	146
Figura 14.1.28.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret tarda 31 desembre'16</i>	146
Figura 14.1.29.	<i>US-Doppler isqui dret tarda 31 desembre'16</i>	146
Figura 14.1.30.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre tarda 31 desembre'16</i>	146
Figura 14.1.31.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre tarda 31 desembre'16</i>	146
Figura 14.1.32.	<i>US-Doppler isqui esquerre tarda 31 desembre'16</i>	146
Figura 14.1.33.	<i>Tª CT isqui esquerre matí 31 desembre'16</i>	147
Figura 14.1.34.	<i>Tª CT isqui dret matí 31 desembre'16</i>	147
Figura 14.1.35.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda 31 desembre'16</i>	147
Figura 14.1.36.	<i>Tª CT isqui dret tarda 31 desembre'16</i>	147
<i>Dia 1 de gener del 2017. Dia previ a la cursa. Asunción (Paraguai)</i>		
Figura 14.1.37.	<i>US Tall Transversal isqui dret tarda 1 gener'17</i>	148
Figura 14.1.38.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret tarda 1 gener'17</i>	148
Figura 14.1.39.	<i>US-Doppler isqui dret tarda 1 gener'17</i>	148
Figura 14.1.40.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre tarda 1 gener'17</i>	148
Figura 14.1.41.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre tarda 1 gener'17</i>	148
Figura 14.1.42.	<i>US-Doppler isqui esquerre tarda 1 gener'17</i>	148
Figura 14.1.43.	<i>Tª CT isqui esquerre matí 1 gener'17</i>	149
Figura 14.1.44.	<i>Tª CT isqui dret matí 1 gener'17</i>	149
Figura 14.1.45.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda 1 gener'17</i>	149
Figura 14.1.46.	<i>Tª CT isqui dret tarda 1 gener'17</i>	149
14.2 VALORACIONS DURANT EL RAL·LI (US, LÀSER i CT)		
Figura 14.2.1.	<i>Etapa 01. Km totals. Asunción (PAR) - Resistencia (ARG) 2 gener'17</i>	151
Figura 14.2.2.	<i>Etapa 01. Alçada màxima. Asunción (PAR) - Resistencia (ARG)</i>	151
Figura 14.2.3.	<i>US Tall Transversal isqui dret al final de la 1era etapa</i>	152
Figura 14.2.4.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret al final de la 1era etapa</i>	152
Figura 14.2.5.	<i>US-Doppler isqui dret al final de la 1era etapa</i>	152
Figura 14.2.6.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre al final de la 1era etapa</i>	152
Figura 14.2.7.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre al final de la 1era etapa</i>	152
Figura 14.2.8.	<i>US-Doppler isqui esquerre al final de la 1era etapa</i>	152
Figura 14.2.9.	<i>Tª CT isqui esquerre matí al inici de la 1era etapa</i>	153
Figura 14.2.10.	<i>Tª CT isqui dret matí al inici de la 1era etapa</i>	153
Figura 14.2.11.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 1era etapa</i>	153
Figura 14.2.12.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 1era etapa</i>	153
Figura 14.2.13.	<i>Etapa 02. Km totals. Resistencia - St. Miguel de Tucumán (ARG) 3 gener'17</i>	154
Figura 14.2.14.	<i>Etapa 02. Alçada màxima. Resistencia – St. Miguel de Tucumán (ARG)</i>	154
Figura 14.2.15.	<i>US Tall Transversal isqui dret al final de la 2ona etapa</i>	155
Figura 14.2.16.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret al final de la 2ona etapa</i>	155
Figura 14.2.17.	<i>US-Doppler isqui dret al final de la 2ona etapa</i>	155
Figura 14.2.18.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre al final de la 2ona etapa</i>	155

Figura 14.2.19.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre al final de la 2ona etapa</i>	155
Figura 14.2.20.	<i>US-Doppler isqui esquerre al final de la 2ona etapa</i>	155
Figura 14.2.21.	<i>Tª CT isqui esquerre matí al inici de la 2ona etapa</i>	156
Figura 14.2.22.	<i>Tª CT isqui dret matí al inici de la 2ona etapa</i>	156
Figura 14.2.23.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 2ona etapa</i>	156
Figura 14.2.24.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 2ona etapa</i>	156
Figura 14.2.25.	<i>Etapa 03. Km totals. St. Miguel de Tucumán – San Salvador de Jujuy (ARG) 4 gener'17</i>	157
Figura 14.2.26.	<i>Etapa 03. Alçada màxima. St. Miguel de Tucumán – San Salvador de Jujuy (ARG)</i>	157
Figura 14.2.27.	<i>US Tall Transversal isqui dret al final de la 3era etapa</i>	158
Figura 14.2.28.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret al final de la 3era etapa</i>	158
Figura 14.2.29.	<i>US-Doppler isqui dret al final de la 3era etapa</i>	158
Figura 14.2.30.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre al final de la 3era etapa</i>	158
Figura 14.2.31.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre al final de la 3era etapa</i>	158
Figura 14.2.32.	<i>US-Doppler isqui esquerre al final de la 3era etapa</i>	158
Figura 14.2.33.	<i>Tª CT isqui esquerre matí al inici de la 3era etapa</i>	159
Figura 14.2.34.	<i>Tª CT isqui dret matí al inici de la 3era etapa</i>	159
Figura 14.2.35.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 3era etapa</i>	159
Figura 14.2.36.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 3era etapa</i>	159
Figura 14.2.37.	<i>Etapa 04. Km totals. San Salvador de Jujuy (ARG) – Tupiza (BOL) 5 gener'17</i>	160
Figura 14.2.38.	<i>Etapa 04. Alçada màxima. San Salvador de Jujuy (ARG) – Tupiza (BOL)</i>	160
Figura 14.2.39.	<i>US Tall Transversal isqui dret al final de la 4ª etapa</i>	161
Figura 14.2.40.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret al final de la 4ª etapa</i>	161
Figura 14.2.41.	<i>US-Doppler isqui dret al final de la 4ª etapa</i>	161
Figura 14.2.42.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre al final de la 4ª etapa</i>	161
Figura 14.2.43.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre al final de la 4ª etapa</i>	161
Figura 14.2.44.	<i>US-Doppler isqui esquerre al final de la 4ª etapa</i>	161
Figura 14.2.45.	<i>Tª CT isqui esquerre matí al inici de la 4ª etapa</i>	162
Figura 14.2.46.	<i>Tª CT isqui dret matí al inici de la 4ª etapa</i>	162
Figura 14.2.47.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 4ª etapa</i>	162
Figura 14.2.48.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 4ª etapa</i>	162
Figura 14.2.49.	<i>Etapa 05. Km totals. Tupiza - Oruro (BOL) 6 gener'17</i>	163
Figura 14.2.50.	<i>Etapa 05. Alçada màxima. Tupiza – Oruro (BOL)</i>	163
Figura 14.2.51.	<i>Tª CT isqui esquerre matí al inici de la 5ena etapa</i>	164
Figura 14.2.52.	<i>Tª CT isqui dret matí al inici de la 5ena etapa</i>	164
Figura 14.2.53.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 5ena etapa</i>	164
Figura 14.2.54.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 5ena etapa</i>	164
Figura 14.2.55.	<i>Etapa 06. Km totals. ORURO - LA PAZ (BOL) 7 gener'17</i>	165
Figura 14.2.56.	<i>Etapa 06. Alçada màxima. ORURO – LA PAZ (BOL)</i>	165

Figura 14.2.57.	<i>US Tall Transversal isqui dret al final de la 6ena etapa</i>	166
Figura 14.2.58.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret al final de la 6ena etapa</i>	166
Figura 14.2.59.	<i>US-Doppler isqui dret al final de la 6ena etapa</i>	166
Figura 14.2.60.	<i>US Tall Transversal isqui esquerra al final de la 6ena etapa</i>	166
Figura 14.2.61.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerra al final de la 6ena etapa</i>	166
Figura 14.2.62.	<i>US-Doppler isqui esquerra al final de la 6ena etapa</i>	166
Figura 14.2.63.	<i>Tª CT isqui esquerra matí al inici de la 6ena etapa</i>	167
Figura 14.2.64.	<i>Tª CT isqui dret matí al inici de la 6ena etapa</i>	167
Figura 14.2.65.	<i>Tª CT isqui esquerra tarda al final de la 6ena etapa</i>	167
Figura 14.2.66.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 6ena etapa</i>	167
Figura 14.2.67.	<i>Etapa de descans a La Paz. US Tall Transversal isqui dret</i>	168
Figura 14.2.68.	<i>Etapa de descans a La Paz. US Tall Longitudinal isqui dret</i>	168
Figura 14.2.69.	<i>Etapa de descans a La Paz. US-Doppler isqui dret</i>	168
Figura 14.2.70.	<i>Etapa de descans a La Paz. US Tall Transversal isqui esquerra</i>	168
Figura 14.2.71.	<i>Etapa de descans a La Paz. US Tall Longitudinal isqui esquerra</i>	168
Figura 14.2.72.	<i>Etapa de descans a La Paz. US-Doppler isqui esquerra</i>	168
Figura 14.2.73.	<i>Etapa de descans a La Paz. CT isqui esquerra matí</i>	169
Figura 14.2.74.	<i>Etapa de descans a La Paz. CT isqui dret matí</i>	169
Figura 14.2.75.	<i>Etapa de descans a La Paz. CT isqui esquerra tarda</i>	169
Figura 14.2.76.	<i>Etapa de descans a La Paz. CT isqui dret tarda</i>	169
Figura 14.2.77.	<i>Etapa 07. Km totals. La Paz - Uyuni (BOL) 9 gener'17</i>	170
Figura 14.2.78.	<i>Etapa 07. Alçada màxima. La Paz - Uyuni (BOL)</i>	170
Figura 14.2.79.	<i>US Tall Transversal isqui dret al final de la 7ena etapa</i>	171
Figura 14.2.80.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret al final de la 7ena etapa</i>	171
Figura 14.2.81.	<i>US-Doppler isqui dret al final de la 7ena etapa</i>	171
Figura 14.2.82.	<i>US Tall Transversal isqui esquerra al final de la 7ena etapa</i>	171
Figura 14.2.83.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerra al final de la 7ena etapa</i>	171
Figura 14.2.84.	<i>US-Doppler isqui esquerra al final de la 7ena etapa</i>	171
Figura 14.2.85.	<i>Tª CT isqui esquerra matí al inici de la 7ena etapa</i>	172
Figura 14.2.86.	<i>Tª CT isqui dret matí al inici de la 7ena etapa</i>	172
Figura 14.2.87.	<i>Tª CT isqui esquerra tarda al final de la 7ena etapa</i>	172
Figura 14.2.88.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 7ena etapa</i>	172
Figura 14.2.89.	<i>Etapa 08. Km totals. Uyuni (BOL) - Salta (ARG) 10 gener'17</i>	173
Figura 14.2.90.	<i>Etapa 08. Alçada màxima. Uyuni (BOL) - Salta (ARG)</i>	173
Figura 14.2.91.	<i>Tª CT isqui esquerra matí al inici de la 8ena etapa</i>	174
Figura 14.2.92.	<i>Tª CT isqui dret matí al inici de la 8ena etapa</i>	174
Figura 14.2.93.	<i>Etapa 09. Km totals. Salta - Chilecito (ARG) 11 gener'17</i>	175
Figura 14.2.94.	<i>Etapa 09. Alçada màxima. Salta - Chilecito (ARG)</i>	175
Figura 14.2.95.	<i>US Tall Transversal isqui dret al final de la 9ena etapa</i>	176
Figura 14.2.96.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret al final de la 9ena etapa</i>	176
Figura 14.2.97.	<i>US-Doppler isqui dret al final de la 9ena etapa</i>	176

Figura 14.2.98.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre al final de la 9ena etapa</i>	176
Figura 14.2.99.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre al final de la 9ena etapa</i>	176
Figura 14.2.100.	<i>US-Doppler isqui esquerre al final de la 9ena etapa</i>	176
Figura 14.2.101.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 9ena etapa</i>	177
Figura 14.2.102.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 9ena etapa</i>	177
Figura 14.2.103.	<i>Etapa 10. Km totals. Chilecito – San Juan (ARG) 12 gener'17</i>	178
Figura 14.2.104.	<i>Etapa 10. Alçada màxima. Chilecito – San Juan (ARG)</i>	178
Figura 14.2.105.	<i>US Tall Transversal isqui dret al final de la 10ena etapa</i>	179
Figura 14.2.106.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret al final de la 10ena etapa</i>	179
Figura 14.2.107.	<i>US-Doppler isqui dret al final de la 10ena etapa</i>	179
Figura 14.2.108.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre al final de la 10ena etapa</i>	179
Figura 14.2.109.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre al final de la 10ena etapa</i>	179
Figura 14.2.110.	<i>US-Doppler isqui esquerre al final de la 10ena etapa</i>	179
Figura 14.2.111.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 10ena etapa</i>	180
Figura 14.2.112.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 10ena etapa</i>	180
Figura 14.2.113.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 10ena etapa</i>	180
Figura 14.2.114.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 10ena etapa</i>	180
Figura 14.2.115.	<i>Etapa 11. Km totals. San Juan – Rio Cuarto (ARG) 13 gener'17</i>	181
Figura 14.2.116.	<i>Etapa 11. Alçada màxima. San Juan – Rio Cuarto (ARG)</i>	181
Figura 14.2.117.	<i>US Tall Transversal isqui dret al final de la 11ena etapa</i>	182
Figura 14.2.118.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret al final de la 11ena etapa</i>	182
Figura 14.2.119.	<i>US-Doppler isqui dret al final de la 11ena etapa</i>	182
Figura 14.2.120.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre al final de la 11ena etapa</i>	182
Figura 14.2.121.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre al final de la 11ena etapa</i>	182
Figura 14.2.122.	<i>US-Doppler isqui esquerre al final de la 11ena etapa</i>	182
Figura 14.2.123.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 11ena etapa</i>	183
Figura 14.2.124.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 11ena etapa</i>	183
Figura 14.2.125.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 11ena etapa</i>	183
Figura 14.2.126.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 11ena etapa</i>	183
Figura 14.2.127.	<i>Etapa 12. Km totals. Rio Cuarto – Buenos Aires (ARG) 14 gener'17</i>	184
Figura 14.2.128.	<i>Etapa 12. Alçada màxima. Rio Cuarto – Buenos Aires (ARG)</i>	184
Figura 14.2.129.	<i>US Tall Transversal isqui dret al final de la 12ena i última etapa</i>	185
Figura 14.2.130.	<i>US Tall Longitudinal isqui dret al final de la 12ena i última etapa</i>	185
Figura 14.2.131.	<i>US-Doppler isqui dret al final de la 12ena i última etapa</i>	185
Figura 14.2.132.	<i>US Tall Transversal isqui esquerre al final de la 12ena i última etapa</i>	185
Figura 14.2.133.	<i>US Tall Longitudinal isqui esquerre al final de la 12ena i última etapa</i>	185
Figura 14.2.134.	<i>US-Doppler isqui esquerre al final de la 12ena i última etapa</i>	185
Figura 14.2.135.	<i>Tª CT isqui esquerre tarda al final de la 12ena i última etapa</i>	186
Figura 14.2.136.	<i>Tª CT isqui dret tarda al final de la 12ena i última etapa</i>	186
Figura 14.2.137.	<i>Cerimònia de premiacions CT isqui esquerre tarda al final de la 12ena etapa</i>	187

Figura 14.2.138. Cerimònia de premiacions. CT isqui dret tarda al final de la 12ena etapa	187
--	-----

14.3 FIGURES DE L'ANÀLISI DE DADES

Figura 14.3.1. Correlació hores assegut / T ^a làser del matí següent en l'isqui dret	201
Figura 14.3.2. Correlació hores assegut / T ^a mitjana CT del matí següent en l'isqui dret.	201
Figura 14.3.3. Correlació hores assegut / T ^a mínima CT del matí següent en l'isqui dret .	201
Figura 14.3.4. Correlació hores assegut / T ^a màxima CT del matí següent en l'isqui dret	201
Figura 14.3.5. Correlació hores assegut / T ^a làser a la tarda en l'isqui dret	202
Figura 14.3.6. Correlació hores assegut / T ^a mitjana CT tarda en l' isqui dret	202
Figura 14.3.7. Correlació hores assegut / T ^a mínima CT tarda en l'isqui dret	202
Figura 14.3.8. Correlació hores assegut / T ^a màxima CT tarda en l'isqui dret	202
Figura 14.3.9. Correlació hores assegut / T ^a làser del matí següent en l'isqui esquerre. .	203
Figura 14.3.10. Correlació hores assegut / T ^a mitjana CT del matí següent en l'isqui esquerre	203
Figura 14.3.11. Correlació hores assegut / T ^a mínima CT del matí següent en l'isqui esquerre	203
Figura 14.3.12. Correlació hores assegut / T ^a màxima CT del matí següent en l'isqui esquerre	203
Figura 14.3.13. Correlació hores assegut / T ^a làser a la tarda en l'isqui esquerre	204
Figura 14.3.14. Correlació hores assegut / T ^a mitjana CT tarda en l' isqui esquerre	204
Figura 14.3.15. Correlació hores assegut / T ^a mínima CT tarda en l'isqui esquerre	204
Figura 14.3.16. Correlació hores assegut / T ^a màxima CT tarda en l'isqui esquerre	204
Figura 14.3.17. Correlació hores assegut / comportament tissular ecogràfic. Tall transversal Isqui dret	205
Figura 14.3.18. Correlació hores assegut / comportament tissular ecogràfic. Tall longitudinal Isqui dret	205
Figura 14.3.19. Correlació hores assegut / comportament tissular ecogràfic. Gruix de la pell del Isqui dret	205
Figura 14.3.20. Correlació hores assegut / comportament tissular ecogràfic. Tall transversal Isqui esquerre	206
Figura 14.3.21. Correlació hores assegut / comportament tissular ecogràfic. Tall longitudinal Isqui esquerre	206
Figura 14.3.22. Correlació hores assegut / comportament tissular ecogràfic. Gruix de la pell Isqui esquerre	206

ÍNDIX DE TAULES:

SEGONA PART: ESTUDI CIENTÍFIC

9 RESULTATS:

Taula 9.1 Absència o ompliment capil·lar per etapes en les dues zones isquiàtiques	122
--	-----

14 ANNEXES:

14.1 VALORACIONS PRÈVIES A LA COMPETICIÓ amb US, LÀSER i CT, (del 28 de desembre del 2016 al 1 de gener del 2017)

Taula 14.1.1 Tª Làser matí i tarda. Arribada a Asunción. 30 de desembre'16	144
--	-----

Taula 14.1.2 Tª Làser matí i tarda. 31 de desembre'16	147
---	-----

Taula 14.1.3 Tª Làser matí i tarda dia previ a la competició. 1 de gener'17	149
---	-----

14.2 NICI COMPETICIÓ: VALORACIONS amb US, LÀSER i CT, DURANT EL RAL·LI DAKAR 2017 (Del 2 al 14 de gener del 2017)

Taula 14.2.1. Tª Làser matí i tarda Etapa 01 Asunción (PAR) - Resistencia (ARG)	153
---	-----

Taula 14.2.2. Tª Làser matí i tarda Etapa 02 Resistencia - San Miguel de Tucumán (ARG)	156
---	-----

Taula 14.2.3. Tª Làser matí i tarda Etapa 03 San Miguel de Tucumán – San Salvador de Jujuy (ARG)	159
---	-----

Taula 14.2.4. Tª Làser matí i tarda Etapa 04 San Salvador de Jujuy (ARG) – Tupiza (BOL)	162
---	-----

Taula 14.2.5. Tª Làser matí i tarda Etapa 05 Tupiza - Oruro (BOL)	164
---	-----

Taula 14.2.6. Tª Làser matí i tarda Etapa 06 Oruro - La Paz (BOL)	167
---	-----

Taula 14.2.7. Tª Làser matí i tarda Etapa de descans a La Paz (BOL)	169
---	-----

Taula 14.2.8. Tª Làser matí i tarda Etapa 07 La Paz – Uyuni (BOL)	172
---	-----

Taula 14.2.9 Tª Làser matí Etapa 08 Uyuni (BOL) – Salta (ARG)	174
---	-----

Taula 14.2.10. Tª Làser matí Etapa 10 Chilecito – San Juan (ARG)	180
--	-----

Taula 14.2.11. Tª Làser matí i tarda Etapa 11 San Juan – Rio Cuarto (ARG)	183
---	-----

Taula 14.2.12. Tª Làser matí Etapa 12 Rio Cuarto – Buenos Aires (ARG)	186
---	-----

Taula 14.2.13. Tª Làser tarda Cerimònia de premiacions – Buenos Aires (ARG)	187
---	-----

14.3 TAULES DE L'ANÀLISI DE DADES

Taula 14.3.1. Recull de dades: aspecte de la pell, Tª Làser, CT i mesures tissulars ecogràfiques	188
---	-----

Taula 14.3.2. Correlació entre temps assegut i paràmetres valorats	189
--	-----

Taula 14.3.3. Prova t per a mitjanes de dues mostres aparellades. Tª Làser Isqui dret matí i tarda	190
---	-----

Taula 14.3.4. Prova t per a mitjanes de dues mostres aparellades. Tª Làser Isqui esquerre matí i tarda	190
---	-----

Taula 14.3.5. Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals. Tª Làser Isqui dret- esquerre matí	191
--	-----

Taula 14.3.6. Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals. Tª Làser Isqui dret- esquerre tarda	191
---	-----

Taula 14.3.7. Prova t per a mesures de dues mostres emparellades. Tª mitjana de la pell amb CT isqui dret matí i tarda	192
---	-----

Taula 14.3.8.	<i>Prova t per a mesures de dues mostres emparellades. T^a mitjana de la pell amb CT isqui esquerre matí i tarda</i>	192
Taula 14.3.9.	<i>Prova t per a dues mostres suposant dues variàncies iguals. T^a mitjana de la pell amb CT isqui dret - esquerre matí</i>	193
Taula 14.3.10.	<i>Prova t per a dues mostres suposant dues variàncies iguals. T^a mitjana de la pell amb CT isqui dret - esquerre tarda</i>	193
Taula 14.3.11.	<i>Prova t per a mesures de dues mostres emparellades. T^a màxima de la pell amb CT isqui dret matí i tarda</i>	194
Taula 14.3.12.	<i>Prova t per a mesures de dues mostres emparellades. T^a màxima de la pell amb CT isqui esquerre matí i tarda</i>	194
Taula 14.3.13.	<i>Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals. T^a màxima de la pell amb CT isqui dret - esquerre matí</i>	195
Taula 14.3.14.	<i>Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals. T^a màxima de la pell amb CT isqui dret - esquerre tarda</i>	195
Taula 14.3.15.	<i>Prova t per a mesures de dues mostres emparellades. T^a mínima de la pell amb CT isqui dret matí i tarda</i>	196
Taula 14.3.16.	<i>Prova t per a mesures de dues mostres emparellades. T^a mínima de la pell amb CT isqui esquerre matí i tarda</i>	196
Taula 14.3.17.	<i>Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals. T^a mínima de la pell amb CT isqui dret - esquerre matí</i>	197
Taula 14.3.18.	<i>Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals. T^a mínima de la pell amb CT isqui dret - esquerre tarda</i>	197
Taula 14.3.19.	<i>Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals. Ecografia distància transversal. Diferència isqui dret - esquerre tarda</i>	198
Taula 14.3.20.	<i>Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals. Ecografia tall longitudinal. Diferència isqui dret -esquerre tarda</i>	198
Taula 14.3.21.	<i>Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals. Ecografia gruix de la pell. Diferència isqui dret -esquerre tarda.....</i>	198

Abreviacions:

ASIA	<i>American Spinal Injury Association</i>
ARG	<i>Argentina</i>
BOL	<i>Bolívia</i>
CT	<i>Càmera Termogràfica</i>
DE	<i>Desviació Estàndard</i>
EPUAP	<i>European Pressure Ulcer Advisory Panel</i>
FDA	<i>Administració de Medicaments i Aliments d'Estats Units</i>
FIA	<i>Federació Internacional de l'Automòbil</i>
FIE	<i>Fundació Isidre Esteve</i>
GNEAUPP	<i>Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento en Úlceras por Presión y Heridas Crónicas</i>
ISCOs	<i>International Spinal Cord Society</i>
LASER	<i>del acrònim anglès "light amplification by stimulated emission of radiation"</i>
LM	<i>Lesió medul·lar</i>
mmHg	<i>Mil·límetre de mercuri</i>
NPUAP	<i>National Pressure Ulcer Advisory Panel</i>
PAR	<i>Paraguai</i>
PO₂	<i>Pressió d'oxigen</i>
PRIDAS	<i>(Pressure-related intact discolored areas of skin). Àrees de pell descolorides intactes relacionades amb la pressió. Pell intacte amb envermelliment no blanquejant d'un àrea localitzada generalment sobre una prominència òssia.</i>
PRP	<i>Plasma Ric en Plaquetes</i>
PtcO₂	<i>Pressió d'oxigen transcutani</i>
SEP	<i>Societat Espanyola de Paraplègia</i>
SEM	<i>Sub-Epidermal Moisture. Humitat subepidèrmica</i>
T^a	<i>Temperatura</i>
TcPO₂	<i>Pressió transcutània d'oxigen (TcPO₂). El mesurament de la TcPO₂ és una eina útil en el diagnòstic vascular no invasiu, a més de ser una prova amb valor pronòstic de cicatrització d'úlceres vasculars abans i després de la revascularització.</i>

UPP	<i>Úlceres per pressió</i>
US	<i>Ecografia</i>
US-D	<i>Ecografia Doppler</i>
US TT	<i>Ecografia Tall Transversal</i>
US TL	<i>Ecografia Tall Longitudinal</i>

Glossari:

Alvèols cada un dels petits sacs d'aire que configuren el coixí (en el cas d'estudi en són 72).

Atelèctasi Disminució del volum o col·lapse del teixit pulmonar a conseqüència de l'absència d'aire en els alvèols.

Cel·les d'aire els diferents grups d'alvèols que funcionen de manera conjunta s'anomenen cel·les d'aire (o compartiments). El coixí d'estudi està configurat per 8 cel·les.

Comorbiditats és la presència d'una o més malalties o trastorns que es mostren de forma concomitant o concurrent amb una malaltia o trastorn primari.

Con medul·lar part més distal de la medul·la que integren els neuròmers S2-S5 situat darrera de les vèrtebres L1-L2

Dany tissular mal causat a qualsevol dels teixits orgànics (ja siguin cutanis, vasculars, nerviosos, musculars, tendinosos, lligamentosos, de greix, etc.).

Dehiscència separació de les superfícies d'una ferida, que pot ser només parcial o superficial, o bé completa, amb total dissociació.

Dermis (o **derma**) és la capa de pell situada sota l'epidermis i fermament connectada a ella. Funció protectora. Proveïx les vies i la sustentació necessària per al sistema vascular cutani i constitueix un enorme dipòsit potencial d'aigua, sang i electòlits.

Epidermis és la capa de teixit més externa de la pell. Constitueix l'abrigall protector sobre la superfície del cos i està feta d'epiteli escamós estratificat amb una làmina basal.

Esfàcels massa de teixit gangrenós o mortificat.

Exsudat líquid inflamatori extravascular amb una elevada concentració proteica que s'acumula als teixits del cos sotmesos a un procés d'inflamació.

Forces de cisalla es produeixen quan el pacient es col·loca en un pla inclinat. Els teixits més profunds, incloent el múscul i el greix subcutani, tiren cap avall per la gravetat, mentre que l'epidermis i la dermis superficial romanen fixes pel contacte amb la superfície externa.

Hipotèrmica descens involuntari de la temperatura central per sota dels 35°.

Interfície superfície interna de contacte entre dos materials diferents o entre cadascuna de les fases d'un sistema heterogeni, com ara entre les fases sòlida, líquida i gasosa d'un sistema.

Interfacial *superfície de contacte entre dos medis*

Mapatge d'interfície *estudi objectiu que recull les diferents pressions de les zones de recolzament*

Morbiditat *és la quantitat de persones que pateixen una malaltia en un lloc i temps determinat. En el sentit de l'epidemiologia es pot ampliar a l'estudi i quantificació de la presència i efectes d'una malaltia en una població.*

Normotèrmic *temperatura normal del cos humà, també coneguda com eutèrmia, (rang de temperatura entre 36-37 °C).*

Nosocomial *infecció contreta en un centre hospitalari*

Perfusió tissular *és el pas d'un fluid, mitjançant el sistema circulatori, sistema limfàtic, a un òrgan o un teixit, normalment referint-se al traspàs capil·lar de sang als teixits. Una perfusió pobre pot causar isquèmia i àdhuc causar mort cel·lular.*

Pulsions *acció voluntària d'un individu d'aixecar una part del cos amb l'objectiu de disminuir, suprimir o calmar la pressió d'una zona.*

Úlcera per pressió *és l'alteració i lesió de la pell que apareix a les zones de pressió quan l'individu està durant temps perllongat sobre el mateix pla dur, i / o quan hi ha frec o friccions entre les dues superfícies. Aquesta pressió disminueix la vascularització de la zona i, en conseqüència, la disminució de l'aport d'oxigen, afavorint la lesió i necrosi de la zona.*

Pròleg:

L'Isidre Esteve, pilot professional de raids de motocicleta i actualment de cotxes, és doble campió de Espanya i Subcampió d'Europa d'Enduro, 6 vegades guanyador de la "Baja Aragón". Ha realitzat 10 participacions en motocicletes en el Ral·li Dakar amb dos 4rtes llocs i 4 participacions en el Dakar en cotxes.

En el ral·li d'Almeria 2007, en la categoria de motocicletes, té un accident on es fractura les vèrtebres T7 i T8, provocant una lesió medul·lar aguda, amb pèrdua de funcionalitat i sensibilitat de les extremitats inferiors.

L'any 2009 el pilot torna a participar en el ral·li Dakar, aquesta cop i per primera vegada, en la divisió de cotxes, pilotant un vehicle adaptat. El pilot aconsegueix acabar el ral·li, però ho fa patint importants lesions en la zona dels isquis, degut a úlceres per pressió. La recuperació va requerir de tres intervencions quirúrgiques a nivell isquiàtic, de llargues hospitalitzacions per realitzar cures, controls i de diverses aplicacions de tractament mitjançant Plasma Ric en Plaquetes (PRP). Durant l'any i mig que va durar el tractament per resoldre les nafres per pressió, el pilot va veure's obligat a restar durant els darrers 4 mesos, en decúbit pro i lateral per tal de permetre la regeneració del teixit lesionat.

El desembre del 2010 neix la idea de la creació d'un coixí intel·ligent entre l'empresari Josep Maria Lloreda i el pilot Isidre Esteve. El Dr. Miguel Ángel González Viejo, lidera el projecte des del seu inici.

Aquesta tesi és el resultat del treball en equip, iniciat el 2010, on professionals - d'ambdós gèneres - de diferents especialitats, (enginyers, metges, fisioterapeutes, infermers, ortopedes, preparadors físics i empresaris de diferents àmbits), hi han aportat el seu coneixement.

El coixí que es posa a prova al Dakar 2017 es fruit de l'evolució de molts assajos. Des de l'inici del projecte s'han realitzat 7 versions diferents de l'electrònica, 9 versions diferents de la base del coixí, formes i materials, 11 tests d'alta competició des de l'any 2012 (5 edicions en la Baja Aragón internacional, 4 campionats de Espanya, Ralli tot terreny i 1 ral·li internacional al Marroc), més de 26.000 Kilòmetres de proves i competicions (12.500 km a Espanya, 8.800 km a nivell internacional i 5.000 km en diversos tests).

Reunions interdisciplinars (38) amb diferents professionals i centres (Unitat de lesionats medul·lars de l'Hospital Universitari de la Vall d'Hebron, KH Lloreda S.A., Antonio Mengíbar S.A., Centre d'Alt Rendiment CAR - Sant Cugat, Hospital de Neurorehabilitació Institut Guttmann, Escoles Universitàries Gimbernat, Centre de Fisioteràpia, Infermeria i Osteopatia Cos Morera, Doga S.A., Damm S.A.).

El present estudi s'ha centrat en la prevenció d'úlceres per pressió, mitjançant el primer prototip de coixí instrumentat antiescares, que permet al subjecte estudiat afrontar la participació en la prova més exigent i extrema, amb la millor garantia possible per intentar evitar l'aparició de lesions d'úlceres per pressió.

Poder estendre aquest prototip a persones amb mobilitat limitada, per lesió medul·lar o altres patologies, és un dels objectius de la Fundació Isidre Esteve (FIE) i aquest assaig ha estat un pas important per assolir aquest objectiu. L'estudi, doncs, forma part dels diferents assajos d'investigació sobre l'anàlisi i comportament de la pell amb el coixí intel·ligent de la FIE, estudis tots ells necessaris per tal de poder validar de manera objectiva i científica el seu comportament real.

La frase: *"M'han limitat més les úlceres per pressió que la pròpia lesió medul·lar"*, explica molt bé la magnitud del problema, les limitacions físiques que genera una úlcera, la pèrdua d'oportunitats laborals, socials i afectacions psicològiques que poden afegir-se a les persones que les pateixen.

Sincerament dono gràcies per haver pogut formar part d'aquest projecte tant plural i traslacional, on professionals amb especialitats molt diverses han aportat el seu coneixement amb un mateix objectiu.

PRIMERA PART:

FONAMENTS TEÒRICS. ESTAT DE LA QÜESTIÓ.

1 ESTAT DE LA QÜESTIÓ.

1.1 Introducció a l'estat actual de la qüestió i justificació.

La lesió medul·lar (LM) és un esdeveniment traumàtic que dona lloc a alteracions en la funció sensorial, motora o autonòmica normal i, en última instància, afecta el benestar físic, psicològic i social del pacient, atès que es tracta d'una de les majors causes de discapacitat greu (Furlan et al., 2011b). La seva incidència a Espanya ha augmentat des dels 8 casos (1984-1985) fins als 23,5 casos per milió d'habitants (2008-2009), i actualment s'estima que 38.000 persones viuen amb LM al nostre país (Avellanet i González Viejo, 2017).

L'esperança de vida dels LM està augmentant contínuament des de les últimes dècades (Wyndaele i Wyndaele, 2006), com a resultat dels importants avenços en l'atenció sanitària d'urgència que reben aquests pacients des dels primers moments del traumatisme. Malgrat això, les complicacions cròniques associades a la LM tenen un impacte negatiu addicional a la independència funcional i la qualitat de vida dels pacients (Sezer et al., 2015). Per això, la prevenció, el diagnòstic precoç i el tractament de les complicacions secundàries cròniques en lesionats medul·lars són fonamentals per limitar aquestes complicacions, millorant així la supervivència, integració social i qualitat de vida relacionada amb la salut.

Una de les complicacions secundàries més freqüents i de major gravetat en els LM són les úlceres per pressió (UPP), que poden conduir a una major discapacitat funcional, reducció de la mobilitat, pèrdua d'independència, necessitat d'intervencions quirúrgiques i, fins i tot, infeccions fatals. A més, les UPP tenen importants implicacions psicosociològiques, influint en el benestar, integració social i en la qualitat de vida, així com en el procés de rehabilitació (Regan et al., 2009).

D'altra banda, les UPP no només afecten la qualitat de vida dels pacients, sinó que també estan associades amb l'augment dels costos i l'ús dels recursos sanitaris, tenint un gran impacte en els sistemes de salut de la majoria dels països (Stinson et al., 2013).

S'han descrit com a factors de risc per a les UPP la immobilitat, l'activitat reduïda, la manca de sensibilitat, la humitat deguda a la incontinència fecal i urinària, l'atròfia muscular, el temps des de la lesió, la depressió, el tabaquisme i la malnutrició (McKinley et al., 1999). Molts d'aquests factors, com la falta de mobilitat i sensibilitat, la humitat de la pell o l'atròfia muscular, són inherents o es donen amb freqüència en les persones amb LM, el que fa que el desenvolupament d'UPP sigui un factor de risc alt en aquesta població.

La incidència de les UPP a la població de LM s'ha estimat entre el 25% i el 66% (Fuhrer et al., 1993; Regan et al., 2009). Endemés, les úlceres recurrents, enteses com aquelles lesions localitzades en el mateix lloc anatòmic que l'UPP inicial dins dels 12 mesos següents al tancament complet de la mateixa, són molt freqüents i s'associen a un increment en la mortalitat d'aquests pacients (Bates-Jensen et al., 2009).

És per això que, les UPP són un problema de primera magnitud en els LM, ja que aquest tipus de complicacions suposen una important reducció de la seva qualitat de vida, ja de per sí minvada per la lesió medul·lar.

Es poden seguir diferents estratègies a l'hora d'enfrontar el greu problema que suposa el desenvolupament d'UPP i les seves recurrències en la població de LM, però, sense cap mena de dubte, la prevenció és la primera d'elles i en la qual, els professionals sanitaris, els pacients i els seus familiars, han de centrar esforços conjunts. És per això que la investigació sobre la fisiopatologia de les UPP, així com el desenvolupament tecnològic de sistemes que ajudin a reduir l'aparició de les mateixes, resulta fonamental per aconseguir una òptima prevenció d'aquest tipus de complicacions en les persones que viuen amb lesió medul·lar.

1.2 Antecedents

L'UPP és causada per l'acció d'una pressió prolongada, sola o en combinació amb forces de cisalla sobre la pell que recobreix una prominència òssia, sent les localitzacions més freqüents l'isqui, el trocànter, el sacre, el taló, el mal·lèol i el peu (National Pressure Ulcer Advisory Panell et al., 2014). Se sap que el desenvolupament de l'UPP és multifactorial i, tant la pressió aplicada, la durada de la pressió aplicada i el flux sanguini (o oxigenació tissular) es troben entre els principals factors etiològics (Kruger et al., 2013). No obstant això, el pes relatiu d'altres factors que també poden estar implicats encara no s'ha establert per complet. Tots aquests factors, que es detallen a continuació, s'han de tenir en compte en els estudis d'investigació destinats a desenvolupar sistemes de prevenció de les UPP en les persones amb LM.

L'equació "pressió + temps = úlcera" defineix de forma clara el concepte d'UPP. S'ha demostrat que aplicar una pressió baixa durant un període llarg de temps provoca més dany tissular que una pressió alta durant un període de temps curt (Kruger et al., 2013).

Les pressions són majors en les zones de la pell que recobreixen les prominències òssies, on els punts de suport del pes entren en contacte amb les superfícies externes. Bauer i Phillips descrivien que un pacient estirat sobre un matalàs estàndard d'hospital pot generar pressions de 150 mmHg, mentre que assegut produeix pressions de fins a 300 mmHg sobre la tuberositat isquiàtica (Bauer i Phillips, 2008). Hi ha una relació inversa entre la pressió i el temps de ulceració (**Figura 1.1.**), i diferents tipus de teixits presenten diferent susceptibilitat a la isquèmia. En particular, el múscul és més susceptible a la isquèmia que la pell, i el greix té menys força de tensió que la pell, el que explica el denominat fenomen de "punta de l'iceberg" (**Figura 1.2.**), que ocorre quan canvis insignificants en la pell poden emmascarar una ferida profunda que arriba a l'os (Reuler i Cooney, 1981; Bauer i Phillips, 2008). Per tant, l'extensió de la lesió en els teixits profunds és, sovint, molt més gran que la percebuda de l'úlcera visible a la superfície de la pell. En la mateixa línia, el 1985 DeLisa i Mikulic afirmaven que la part visible de l'úlcera és només una part petita de la lesió, ja que el múscul és la part del teixit profund més sensible a la pressió (DeLisa i Mikulic, 1985).

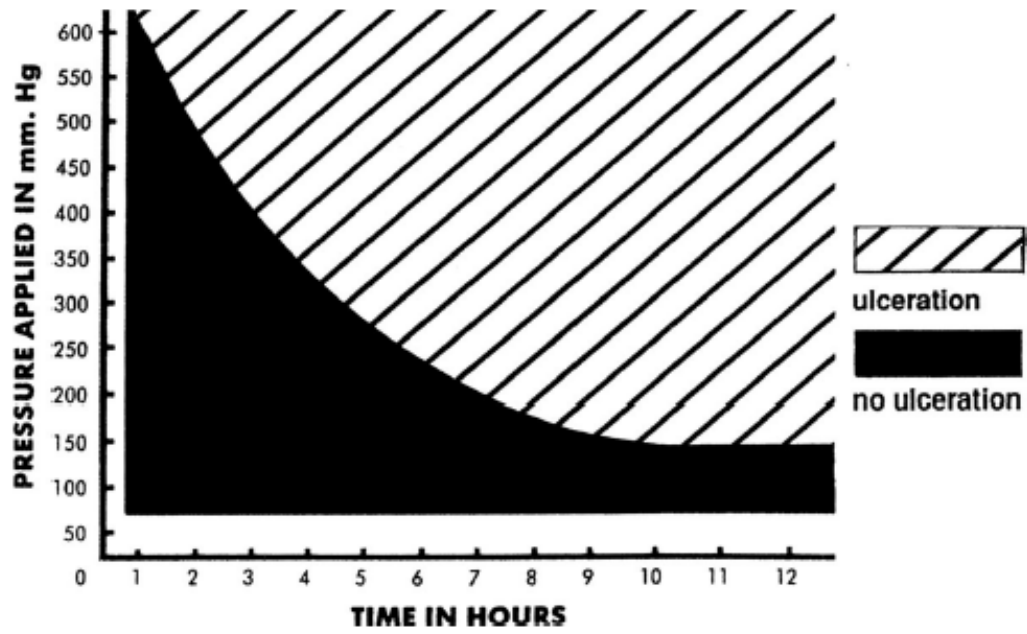


Figura 1.1. Gràfic que mostra la relació pressió-temps. Bauer y Phillips, 2008

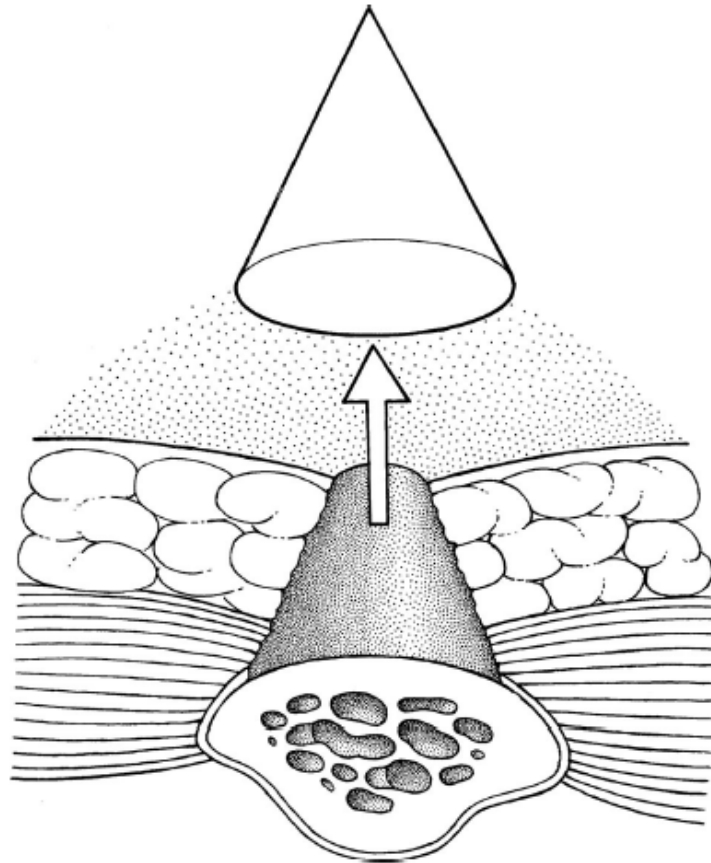


Figura 1.2. Dibuix que mostra el fenomen de "punta de l'iceberg" en la formació d'UPP. Bauer i Phillips, 2008

És conegut des de fa més de quatre dècades que l'alliberament de la pressió sobre la pell que recobreix una prominència òssia durant 5 minuts cada 2 hores permet l'adequada perfusió del teixit i prevé el dany tissular (Dinsdale, 1974). Més recentment, Makhsous i col·laboradors, van comparar dos protocols de tècniques d'alleugeriment de la pressió (*protocol dinàmic*: s'alterna cada 10 minuts entre una configuració asseguda normal i una configuració de descàrrega; *protocol PushUp*: Posició asseguda normal i posició PushUp estàndard, alternes cada 20 minuts) (**Figura 1.3.**), utilitzant mesures de perfusió tissular, hi van trobar que la posició d'alleujament de pressió cada 10 minuts resultava beneficiosa (Makhsous et al., 2007a). Aquests estudis han portat a les recomanacions comuns per a que els pacients enllitats i d'alt risc siguin atesos cada 2 hores i els pacients en cadira de rodes realitzin alleujaments de pressió

de rutina durant una sessió prolongada (descàrrega / alleujament de pressió durant 10 segons cada 10 minuts).

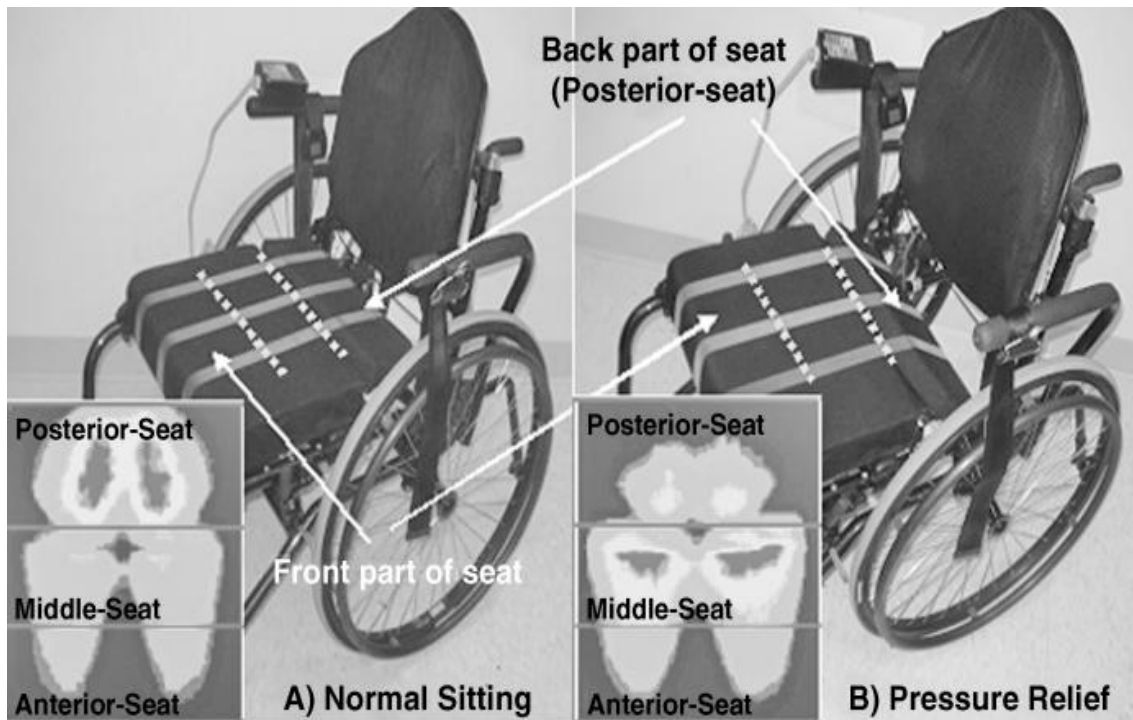


Figura 1.3. Equipament emprat en l'estudi de Makhsous i col·laboradors per comparar protocols d'alleujament de pressió. La cadira de rodes es mostra en configuració normal (A) i en configuració d'alleujament de pressió (B). Makhsous et al., 2007a

Les forces de cisallament, que poden acompanyar la pressió com a factors etiològics de les UPP, es produeixen quan els pacients es col·loquen en un pla inclinat. En aquests casos, els teixits més profunds, incloent el múscul i el greix subcutani, tiren cap avall per la gravetat, mentre que l'epidermis i la dermis superficial romanen fixes pel contacte amb la superfície externa. El resultat és l'estirament, l'angulació i el trauma dels vasos sanguinis i limfàtics locals. Les forces de cisallament per si soles no poden causar ulceració, però semblen tenir un efecte additiu, de manera que en presència de la pressió, es produirà un dany de major gravetat en aquests teixits (Sibbald et al., 2011).

Un altre factor a tenir en compte en el desenvolupament d'UPP és que la regulació de la temperatura corporal, en el pacient amb LM, es troba alterada des del nivell afectat per la lesió. A més, la temperatura de la pell està condicionada per la temperatura ambiental, la temperatura dels objectes amb què la pell entra en contacte (conducció) i la temperatura corporal central (és a dir, si la persona és normotèrmica, hipotèrmica o febril). Per això, qualsevol estudi que examini la temperatura de la pell ha de controlar la temperatura ambiental i la temperatura corporal central (Farid et al., 2012).

(Kokate et al., 1995) explica que la temperatura elevada de la pell amb pressió sobre una prominència òssia augmenta el risc de desenvolupar úlceres per pressió. La temperatura també afecta la resistència mecànica de l'estrat corni (Wu et al., 2006), el que provoca el debilitament i la degradació de la pell.

En aquest sentit, Farid i col·laboradors, en un estudi retrospectiu (Farid et al., 2012), van investigar l'efecte de les diferències de temperatura entre les àrees decolorades intactes relacionades amb la pressió de la pell (PRIDAS) i la pell intacta adjacent (és a dir, més fred, igual o més càlid el centre PRIDAS en comparació amb la pell circumdant) i el subsegüent desenvolupament de necrosi. Les PRIDAS generalment es descriuen com una àrea d'eritema no aclaparadora (UPP en estadi I) o lesió profunda del teixit, però segons els autors la validesa d'aquestes definicions no s'havia provat fins al moment. Entre els 85 pacients estudiats, la diferència entre la temperatura del PRIDAS i la pell adjacent va variar de $-3,2$ a $+3,0$ °C. De les 55 PRIDAS amb una temperatura més baixa a l'inici de l'estudi que la pell adjacent ("fred", mitja $-1,2$ °C), 25 van evolucionar a necrosi i un total de 30 PRIDAS van mostrar una temperatura superior a la pell adjacent ("calenta", la mitjana $+ 1.2$ °C). Després d'ajustar aquestes dades segons l'edat del pacient, el color de la pell i la zona PRIDAS, van concloure que les PRIDAS fresques tenien 31,8 vegades més probabilitats de progressar a necrosi que les PRIDAS càlides. Pel que fa a la combinació de la presència / absència d'ompliment capil·lar i la temperatura del PRIDAS, un total de 0% de 26 pacients van mostrar signes de blanqueig i un càlid PRIDAS enfront d'un 65% de 26 pacients que van mostrar necrosi de la pell no escaldada i PRIDAS fresca desenvolupada. Van concloure que l'actual definició d'UPP en

grau I necessita ser modificada per reflectir la seva forta relació amb el desenvolupament de lesions de teixits profunds.

Oliveira i col·laboradors en el 2017 realitzen una recerca a diferents bases de dades especialitzades amb termes inclosos; termografia, ultrasons, humitat subepidèrmica (SEM, sub-epidermal moisture), fotografia i UPP per determinar la precisió relativa de l'ecografia, termografia, fotografia i la SEM en la detecció de danys en el teixit en les primeres fases de l'UPP. Es van identificar quatre estudis de SEM, una de termografia i cinc d'ecografia per a la seva inclusió en aquesta revisió. L'anàlisi de dades va indicar que la fotografia no era un mètode que permeti predir de forma precoç la presència d'UPP. Els valors del SEM van augmentar amb l'augment del dany al teixit, sent el sacre i els talons les localitzacions anatòmiques més comunes per al desenvolupament de l'eritema i les UPP de grau I. La termografia va identificar canvis de temperatura en els teixits i la pell que poden donar una indicació del desenvolupament precoç de la UPP, malgrat amb resultats menys concloents. Els ultrasons van detectar col·leccions de líquid/edema a diferents nivells de la pell que eren comparables amb els danys dels teixits, poden concloure que la SEM i l'ecografia van ser els millors mètodes per permetre una avaluació més precisa del dany precoç de la pell/teixit. Tot i que la qualitat metodològica dels estudis no està en el primer nivell, aquests estudis van demostrar el potencial en la detecció i predicció de danys precoços dels teixits que tenen el SEM i l'ecografia en la detecció precoç de l'UPP (Oliveira A.L. et al., 2017).

L'adaptació de la pell al desús, secundària a lesió medul·lar, també ha estat investigada. En un estudi a Turquia que va emprar ultrasò d'alta freqüència, Yalcin et al. (2013) van comparar el gruix de la pell en els glutis de 32 pacients amb LM amb 34 controls i van descobrir que la pell era substancialment més prima en les tuberositats isquiàtiques i el sacre en el grup de LM. Sembla que es produeix un aprimament de la pell en els llocs de càrrega durant la sedestació, juntament amb l'enduriment dels restants teixits de la pell.

Un estudi pilot respecte al SEM i l'avaluació visual de la pell en el 2012, realitzat per Guihan i col·laboradors, amb l'objectiu d'avaluar la viabilitat d'obtenir mesures biofísiques d'humitat sub-epidèrmica utilitzant un mesurador de fase dèrmica de mà per predir UPP amb comparació a la avaluació visual. Trenta-

quatre veterans de dos centres varen rebre diàriament ($n = 12$) o setmanalment ($n = 22$) SEM i avaluació simultània visual de la pell, en nou llocs anatòmics durant fins a 6 setmanes. El SEM era més baix per a la pell normal (39,3 unitats de fase dèrmica (DPU), SD = 12,6) i més alt per a eritema/UUP fase 1 (40,8 DPU, SD = 10,4) a tots els llocs anatòmics. Els SEM dels darreres eren diferents entre la pell normal (40,5 DPU, SD = 10,3) i l'eritema/UUP fase 1 (43,8, SD = 9,5). Els SEM realitzats als talons eren inferiors a totes les condicions de la pell (pell normal 28,2 DPU; eritema/UUP etapa 1 (34,7 DPU). Els resultats previs de l'ús de SEM per detectar danys en UPP precoç poden traduir-se des de residents de residències d'avis a persones amb LM. Aquest estudi proporciona una base per a un estudi més ampli per implementar i avaluar l'ús de SEM com a mètode de prevenció d'UPP.

Barbara Bates-Jensen i col·laboradors van examinar la relació entre la SEM mesurada mitjançant la capacitat elèctrica de superfície i l'avaluació visual de la pell de les UPP a la ubicació del tronc (tuberositats sacres, isquials) en 417 residents de residències d'avis que residien en 19 instal·lacions. Els participants tenien una mitjana d'edat avançada (edat mitjana dels 77 anys), més de la meitat amb risc d'UPP (puntuació mitjana de Escala de Braden per predir el risc d'UPP de 15,6). Es van realitzar simultàniament un cop per setmana, durant 16 setmanes, avaluacions visuals i SEM al sacre i isquis dret i esquerre. L'avaluació visual es va classificar com a normal, eritema, UPP en fase 1, lesió de teixits profunds o UPP en fase 2+ mitjançant el sistema de classificació del National Pressure Ulcer Advisory Panel 2009. La incidència de danys a la pell va ser del 52%. La SEM es va mesurar amb un mesurador de fase dèrmica on les lectures més altes indiquen una major humitat (rang: 0-70 dielèctrics constants), amb valors que augmenten significativament amb la presència de danys a la pell. Els valors SEM elevats van coincidir amb danys simultanis a la pell en models logístics multinòmics generalitzats (per controlar les observacions repetides) al sacre, ajustant-se per edat i risc. Valors SEM més elevats es van associar amb danys visuals una setmana després mitjançant models similars. Els valors de llindar de la humitat subepidèrmica es van comparar amb els índexs visuals per predir danys a la pell una setmana després. La humitat subepidèrmica de 39 unitats dielèctriques constants de teixits preveia un 41% de danys futurs a la pell mentre que les visualitzacions predien un 27%. Per tant, aquest mètode de la

detecció precoç de lesions a la pell és prometedora per als clínics, sobretot perquè és objectiva i igualment vàlida per a tots els grups de pacients (Bates-Jensen et al., 2017)

En el 2019 la FDA (Administració de Medicaments i Aliments d'Estats Units) aprova un dispositiu SEM per avaluar pacients amb risc de UPP. (Bruin Biometrics. <https://sem-scanner.com/>)

L'atròfia dels teixits del múscul esquelètic és una conseqüència ben coneguda de la LM. L'atròfia ocorre per sota del nivell de la lesió i inclou l'aprimament de les fibres musculars, la reducció en el nombre de fibres de contracció lenta i l'augment en les fibres de contracció ràpida, canvis que comencen a les 4-6 setmanes després de la lesió aguda (Carda et al., 2013). El procés progressiu dura al menys diversos mesos i s'estabilitza entre 1 i 6 anys després de l'etapa aguda, amb variacions substancials entre individus. La manca d'activitat neuromuscular també condueix a canvis microvasculars que, generalment, causen una capacitat oxidativa reduïda i un major risc d'isquèmia. Basant-se l'anàlisi mitjançant tomografia computada amb contrast de la pelvis supina en 10 persones sanes i 10 participants amb LM, Wu i Bogie (2013) van informar que l'atròfia del múscul gluti és relativament major a nivell de les tuberositats isquiàtiques, el que ressalta la necessitat de protegir especialment aquestes regions mitjançant un coixí durant l'ús de la cadira de rodes.

Gefen va realitzar una revisió bibliogràfica (Gefen, 2014) per examinar els factors que afecten les interaccions biomecàniques de les natges quan estem asseguts amb els coixins per a cadires de rodes i com aquests factors poden canviar amb el temps. Els resultats indicaven que l'anatomia externa i interna i la estructura i funció del teixit canvien considerablement en els mesos i anys posteriors a la pèrdua de sensibilitat i mobilitat. Específicament, aquests canvis inclouen augment de pes i massa grassa, atròfia del múscul esquelètic i infiltració de greix en els músculs, pèrdua òssia i adaptació de la forma òssia a la pelvis, canvis en la perfusió vascular i canvis micro-estructurals en la pell i el múscul associats al desús, afecten el comportament biomecànic d'aquests teixits. Gefen va deduir de la seva investigació que les superfícies de suport i, particularment els coixins per a cadires de rodes, s'han de dissenyar per acomodar micro-canvis que ocorren per a una persona asseguda durant tot el dia (per exemple, canvis en la

postura i el to muscular) així com també canvis en l'anatomia, composició del teixit i canvis fisiopatològics a llarg termini del teixit. A més, els coixins han d'adaptar-se a cada pacient individual de forma regular. Va trobar també que un enfocament de bioenginyeria prometedora i pràctic per adaptar-se a les diferents condicions del pacient és utilitzar simulacions per ordinador (modelatge d'elements finits). D'aquesta manera, conclouia que a mesura que augmenta el coneixement sobre el risc d'UPP en aquesta població, els dissenys dels estudis poden perfeccionar-se per desenvolupar una base d'evidència molt necessària per a l'ús apropiat de superfícies de suport en general i coixins per a cadires de rodes en particular.

En un estudi realitzat a Corea del Sud utilitzant un dispositiu de prova de succió no invasiu en 48 participants amb LM crònica i 48 controls sans, Park et al. (2011) van demostrar que la pell era significativament menys distensible en els pacients amb LM. A més, també van trobar que la durada de la LM va tenir un impacte substancial en els canvis en la distensibilitat, l'elasticitat i la viscoelasticitat, és a dir, en les propietats biomecàniques de la pell. Això col·loca als pacients amb LM en alt risc de desenvolupar UPP superficials, relacionades amb les forces de tensió i cisalla, com a resultat directe d'aquests canvis en la pell.

Els canvis en la perfusió tissular del múscul esquelètic i de la pell en persones que han patit una LM han estat estudiats per diferents autors. La reactivitat microvascular alterada en aquests pacients es deu en gran mesura a la disfunció simpàtica sobre el sistema cardiovascular. Diverses revisions de literatura que recullen les dades de biòpsies musculars descriuen, a més d'una patologia gradual, la disminució en nombre i grandària dels capil·lars que nodreixen les fibres del múscul esquelètic dels pacients amb LM (Scelsi, 2001; Ruschkewitz i Gefen, 2011). Això fa que l'atrofia muscular en els LM siguin més propensos a la isquèmia, particularment durant els episodis de baixa pressió sanguínia. Tot i que ara es coneix que el dany isquèmic en els músculs que suporten pes es produeix després del dany per atrofia directa, cal tenir en compte que el teixit muscular a la població amb LM es torna més susceptible al dany isquèmic amb el temps transcorregut després de la lesió aguda, la qual cosa és una conseqüència de l'atrofia muscular induïda pel desús (Loerakker et al., 2011).

La pell, igual que el múscul, en les persones amb LM s'adapta patològicament en estructura i funció a les condicions del desús. La hiperèmia reactiva, és a dir, la resposta microvascular a el restabliment del flux sanguini després d'un període de flux reduït, a causa, per exemple, a deformacions tissulars sostingudes, difereix entre els pacients amb LM i els individus sans. En un estudi que avaluava la perfusió mitjançant ecografia Doppler, els pacients amb LM van experimentar una major perfusió en els teixits de la pell dels glutis, després d'un període de pressió induïda per l'obstrucció vascular de la pell, que els subjectes control (Thorfinn et al., 2006). Això probablement indica que la pell dels LM experimenta condicions isquèmiques més severes quan se sotmet a càrregues en comparació amb la resposta de la pell sana a les mateixes condicions de càrrega.

S'ha demostrat una associació entre la pressió externa que suporten els teixits superficials i la reducció del seu flux sanguini, i tots dos factors es relacionen amb l'aparició d'UPP (Ek et al., 1987; Jan et al., 2010; Sonenblum et al., 2011). Sonenblum et al. (2014) van desenvolupar un estudi per investigar l'efecte de la realització de maniobres d'alleujament de pressió i l'ús de 3 coixins per a cadira de rodes (Roho, Jay J2 i Matrx Vi), de diferent disseny i material, sobre la pressió i el flux sanguini de les tuberositats isquiàtiques. A diferència dels resultats de pressió, l'estudi no va trobar diferències en el flux sanguini entre els 3 coixins ni tampoc una interacció entre el coixí i la postura. En canvi, les maniobres d'alleujament de pressió van produir reduccions molt importants en la pressió interfacial i augments significatius en el flux sanguini de les tuberositats isquiàtiques. Els resultats d'aquest estudi mostren que els coixins convencionals, independentment del seu disseny i material, no tenen efecte en el flux sanguini del teixit superficial dels glutis i, per tant, podrien no ser eficaços per prevenir la isquèmia relacionada amb els canvis en el comportament i la vascularització del teixit, descrits anteriorment.

Wu i Bogie (2014) van realitzar un estudi de mesures repetides per determinar si l'ús d'un coixí d'aire de pressió altern, en comparació amb maniobres d'alleujament de pressió, era capaç de proporcionar un alleujament de pressió efectiu per a individus amb LM. Van avaluar la pressió interfacial mitjana bilateral, la pressió transcutània d'oxigen (TcPO₂) i el flux sanguini unilateral les tuberositats isquiàtiques, mitjançant làser Doppler, en 13 adults amb LM. Les

contribucions dels components del flux sanguini es van determinar utilitzant una anàlisi espectral basat en la transformada de Fourier a curt termini. Després d'utilitzar el coixí durant 2 setmanes cada 3 mesos durant 18 mesos, la pressió interfacial isquiàtica mitjana va disminuir significativament i la TcPO₂ mitjana va augmentar en major grau que les maniobres d'alleujament de pressió. A més, l'ús del coixí va produir un component neurogènic més alt del flux sanguini, que després de realitzar les maniobres d'alleujament de pressió. Davant d'aquests resultats, els autors van concloure que les maniobres d'alleujament de pressió afecten positivament a múltiples aspectes de la salut dels teixits, però produeixen millores transitòries i s'han de repetir regularment. En canvi, l'ús d'un coixí d'aire de pressió alterna, distribueix la pressió de forma dinàmica i contínua, amb efectes positius més sostinguts sobre la salut de la roba.

L'avaluació de tècniques i dispositius per a prevenir la formació d'UPP enfronta els desafiaments inherents a qualsevol intent de determinar l'efectivitat d'una estratègia de prevenció. És a dir, la recerca bàsica inicial ha de desenvolupar tècniques eficaces per reduir la morbiditat i millorar la qualitat de vida dels pacients (Ho i Bogie, 2007). En l'actualitat, els estudis sobre els efectes dels coixins per a cadires de rodes a la prevenció del desenvolupament d'UPP en LM, és escassa. En general, els estudis es realitzen en situacions teòriques i hi ha poca informació que compari els resultats de diferents composicions i formes de coixins.

L'aplicació de pressió ha estat el factor més freqüentment utilitzat per avaluar els resultats de dispositius, com coixins per a cadires de rodes, en la prevenció del desenvolupament d'UPP. Això és degut a que un règim regular d'alleujament de pressió és essencial per minimitzar el risc de desenvolupar úlceres per pressió. Així, es recomana que els LM canviïn de posició cada dues hores quan romanen estirats al llit i realitzin procediments d'alleugeriment de pressió cada 15-20 minuts quan es troben asseguts a la cadira de rodes. No obstant això, les persones que tenen manca de mobilitat i sensibilitat solen trobar molt dur seguir un règim tan rigorós, ja que no experimenten dolor ni incomoditat i també perquè no poden fer-ho de forma independent. Com a alternativa, hi ha una sèrie de sistemes de suport dinàmics de pressió altern, actualment disponibles comercialment. Aquests dispositius, principalment els matalassos d'aire dinàmic,

s'usen rutinàriament en molts entorns clínics i es consideren fiables i efectius (Ho i Bogie, 2007).

Els coixins dinàmics per a cadires de rodes poden proporcionar un mitjà per reduir o variar les pressions d'interfície mentre s'està assegut. Aquests dispositius funcionen segons els mateixos principis que els matalassos de pressió altern. En el passat, els coixins de pressió alterna no van tenir tanta acceptació com els matalassos, ja que els primers sistemes tenien molts problemes de fiabilitat i sovint eren massa pesats per al seu ús en una cadira de rodes manual. No obstant això, nombrosos autors han investigat diversos coixins per a cadires de rodes i sistemes de seients per intentar determinar quin ofereix la major reducció de la pressió o el factor de risc per prevenir l'aparició d'UPP en persones amb LM.

Eitzen va identificar que el paper dels coixins per a cadires de rodes és doble. En primer lloc, contribueix a la funcionalitat del pacient i a una postura equilibrada i, en segon lloc, redistribueix la pressió fora de les àrees crítiques de la tuberositat isquiàtica i el sacre i sobre una àrea de contacte més gran per reduir les pressions generals i màximes (Eitzen, 2004). L'adquisició d'un coixí per cadira de rodes, que alleuja i redistribueix la pressió i redueix el risc de formació d'UPP, és una recomanació important de prevenció. Resulta fonamental per als clínics comprendre i avaluar les capacitats de redistribució de pressió dels diferents coixins disponibles.

Burns i Betz van demostrar que les pressions mitjanes de la regió isquiàtica van ser significativament més baixes amb un coixí dinàmic per a cadires de rodes durant la fase de pressió isquiàtica baixa, en comparació amb un coixí de gel i una postura de seient inclinat. No obstant això, van trobar poca diferència entre el coixí dinàmic i un coixí de flotació sec amb una postura inclinada. A més, la fase d'alta pressió isquiàtica va produir pressions regionals mitjanes més altes que el coixí de gel o el de flotació seca, quan s'està assegut en posició vertical en una cadira de rodes amb inclinació en l'espai (Burns i Betz, 1999).

Hamanami i col·laboradors van utilitzar un sistema de mapatge de pressió per avaluar les pressions trobades en un matalàs de flotació d'aire (Roho d'alt perfil) en 36 subjectes amb lesió medul·lar (Hamanami et al., 2004). Els resultats van

indicar que la reducció òptima en la pressió d'interfície va ser just abans de tocar fons en el coixí. No s'ha trobat un mètode fiable per determinar sistemàticament la pressió d'aire apropiada per a un coixí Roho en LM. Actualment disposa d'un sistema d'inflat global Smart Check Sensor Ready Cushion.

Makhsous i col·laboradors, en un estudi de casos i controls (Makhsous et al., 2007b), van sotmetre a subjectes tetraplègics, paraplègics i controls a dos protocols diferents d'una hora. La postura asseguda s'alternava dinàmicament cada 10 minuts entre una postura normal (assegut en posició vertical amb un suport isquiàtic a la cadira de rodes) i una postura WO-BPS (assegut verticalment amb el suport isquiàtic parcialment remogut i un suport lumbar), o una postura normal més flexions realitzades cada 20 minuts (**Figura 1.4. i 1.5.**). Aquests investigadors van trobar que la part anterior del coixí tenia una àrea de contacte més gran en els subjectes tetraplègics, en comparació amb els de l'altre grup. També es va determinar que aquells amb LM tenien una àrea de contacte més gran en la part mitjana del coixí. De forma important, l'àrea total de contacte a la part posterior del coixí va ser menor per al grup de postura WO-BPS. A més, la pressió màxima d'interfície va ser menor per a tots els grups, amb la major disminució de la postura normal observada en el grup de tetraplegia. La pressió mitjana va augmentar a la part anterior i mitjana del coixí en tots els grups (**Figura 1.6.**).

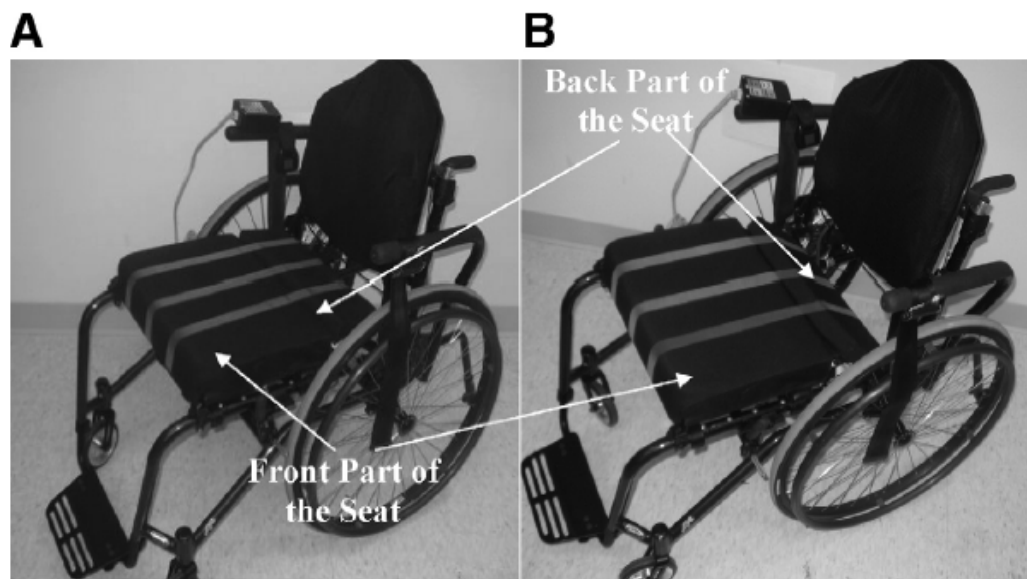


Figura 1.4. Cadira de rodes equipada amb el sistema de pressió alterna emprat en l'estudi de Makhsous i col·laboradors. (A) Configuració normal. (B) Configuració WO-BPS. Makhsous et al., 2007b.

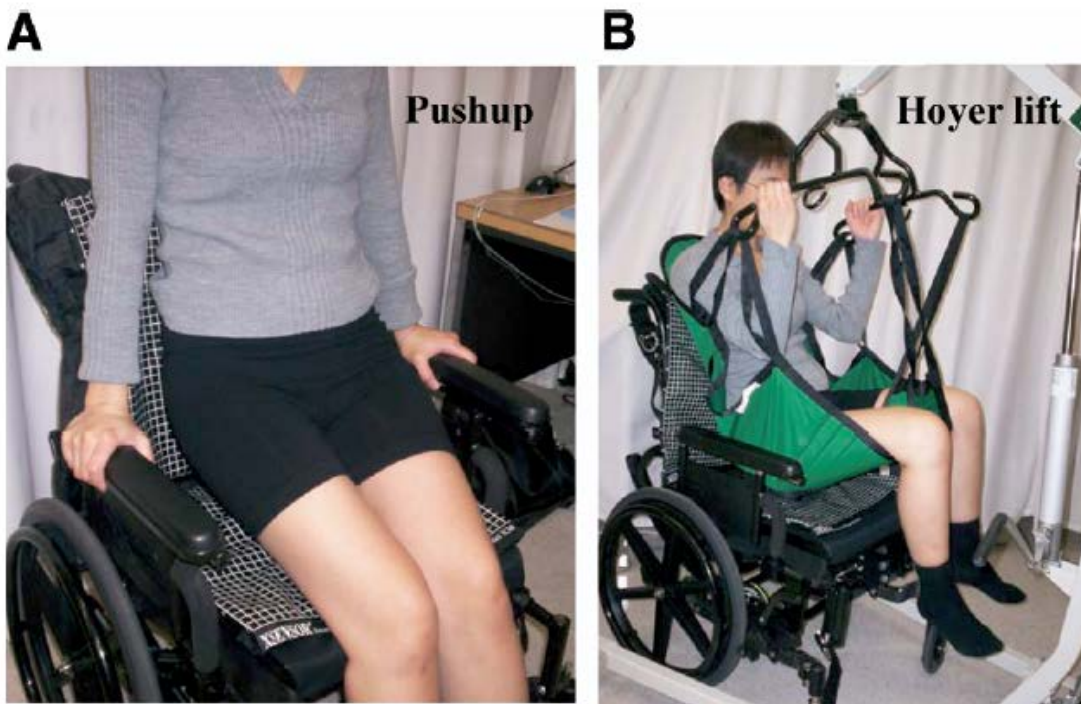


Figura 1.5. Demostració dels protocols d'alleugeriment de pressió en el grup de parapègics o controls (A) i en el grup de tetrapègics (B). Makhsous et al., 2007b.

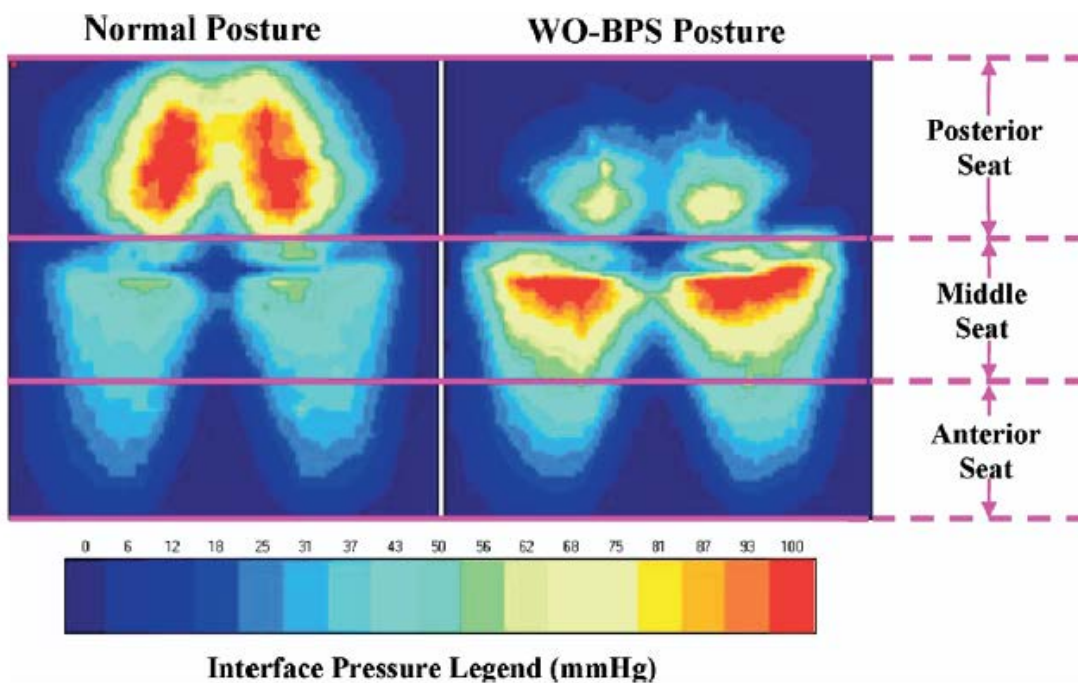


Figura 1.6. Pressions d'interfície mitges sobre el coixí en les postures Normal (A) i WO-BPS (B). Makhsous et al., 2007b.

Gil-Agudo i col·laboradors es van plantejar com a objectiu caracteritzar la utilitat clínica del mapatge de pressió d'interfície per a comparacions d'amortiment, comparant 4 coixins diferents (**Figura 1.7.**) (Gil-Agudo et al., 2009). El coixí d'aire de doble compartiment va exhibir el millor rendiment mecànic pel que fa a la distribució de pressions i la interfície de superfície de contacte en comparació amb els altres tres amortidors estudiats (coixí d'aire de perfil baix, coixí d'aire de perfil alt i coixins d'escuma de gel i ferma). La principal troballa va ser que l'ús del mapatge de pressió en la interfície podria millorar la selecció d'amortiment, però és només part del procés de selecció de l'amortidor.

En la literatura hi ha consens sobre que l'ús de coixins apropiats és clau per protegir els usuaris de cadires de rodes de les úlceres per pressió; però, què és apropiat continua sense estar completament definit (Levy et al., 2014). Diferents tipus de coixins estan disponibles comercialment per prevenir i controlar les UPP en persones amb LM o altres patologies que afecten a la mobilitat. En general, els coixins per a cadires de rodes es poden agrupar en tres categories principals segons els materials de què estan fets (aire, gel o escuma de poliuretà). Tanmateix, s'han desenvolupat coixins dinàmics com a mitjà alternatiu d'alleujament de la pressió. Aquests coixins, que canvien de manera intermitent o contínua les característiques físiques de la superfície de l'assentament per redistribuir la pressió exercida sobre els glutis, poden proporcionar un alleujament de pressió automàtic i han demostrat ser més eficaços que els coixins convencionals (Murata et al., 2014).

Els coixins basats en cel·les d'aire compten amb càmeres plenes d'aire i la forma d'aquestes càmeres defineix les propietats de distribució de la pressió. Tenen l'avantatge de canviar de forma segons els contorns del cos, proporcionant una millor distribució de la pressió i mantenint la temperatura corporal. No obstant això, alguns coixins poden causar inestabilitat a la cadira de rodes durant les transferències i la propulsió i pot danyar-se per perforació (Stockton et al., 2009).

L'efectivitat dels coixins de cel·les d'aire per distribuir la pressió quan són usats per LM ha estat avaluada per diferents autors. Levy et al. (2014) van estudiar el rendiment biomecànic d'un coixí basat en cel·les d'aire en comparació amb coixins estàndard d'escuma amb diferents propietats de rigidesa. Van trobar que la tensió muscular, de greix i de la pell era de fins a 4 vegades menor per al coixí

en estudi, i que a més proporcionava una millor protecció contra l'adaptació a la forma òssia, l'atròfia muscular i els espasmes. Van concloure que l'ús d'un coixí basat en cel·les d'aire adequat proporciona una millor adaptació de la zona de glutis, per tant, redueix la tensió tissular en comparació amb els coixins d'escuma estàndard que, teòricament, proporcionen un temps en sedestació segura més perllongat.

Mendes i col·laboradors realitzen un estudi el 2019 amb 10 pacients amb lesions medul·lars amb 3 coixins (Roho®, Varilite® i Jay®) amb l'objectiu de comparar la distribució de la pressió en el seient de la cadira de rodes en dues situacions: (a) el participant assegut en postura estàtica i (b) amb la cadira de rodes utilitzada per a la locomoció. En posició estàtica: Jay® va mostrar les millors taxes de pressió mitjana i també la zona de contacte, el Roho® va tenir la mitjana més baixa per a la pressió màxima. Durant el moviment en cadira de rodes, Jay® va mostrar la millor pressió mitjana, Roho® tenia una mitjana inferior per a la pressió màxima i Varilite® va proporcionar un mitjà més alt per a la zona de contacte de les natges i les cuixes. En l'estudi es pot concloure que l'ús d'un coixí adequat és una mesura eficaç en les persones amb LM, on la distribució de la pressió al seient de cadires de rodes dels subjectes amb LM és important per minimitzar les lesions derivades de lesions per pressió. Comprendre i minimitzar els punts de pressió pot contribuir al procés de rehabilitació adequat.

Park i Lee realitzen un estudi respecte als efectes de l'educació i l'entrenament postural assegut mentre que la quantitat d'aire del coixí s'estava modulant per minimitzar la pressió isquiàtica, mitjançant la mesura de la pressió en el seient del conductor mitjançant un sensor X. Es va realitzar en dos pacients amb problemes de postura incòmoda al estar asseguts. En el cas 1, com a resultat del control de l'aire, l'àrea de contacte va mostrar 1108,06 cm, la pressió mitjana 45,20 mmHg, l'àrea de contacte va augmentar i la pressió mitjana va disminuir. En el cas 2, es va mesurar l'àrea de contacte 974,19 cm i l'àrea mitjana 41,00 mmHg aplicant el canvi al tipus ROHO baix-Quardro, mostrant una disminució de la pressió corporal mitjana des de l'etapa inicial. A partir dels resultats d'aquest estudi, es pot concloure que la mesura de la pressió corporal i l'entrenament de la postura mitjançant un sensor que proporciona un feedback visual, és eficaç per prevenir l'UPP. Per tant, és necessari realitzar un control

rutinari de la pressió assegurada a la clínica i entrenament de gestió del coixí de les cel·les d'aire (Park i Lee, 2019).

Finalment, Trewartha i Stiller van utilitzar el mapatge de pressió Xsensor® (Figura 1.8.) per avaluar dos coixins diferents en tres persones amb LM (Trewartha i Stiller, 2011). Les troballes van indicar que el coixí Roho® tenia

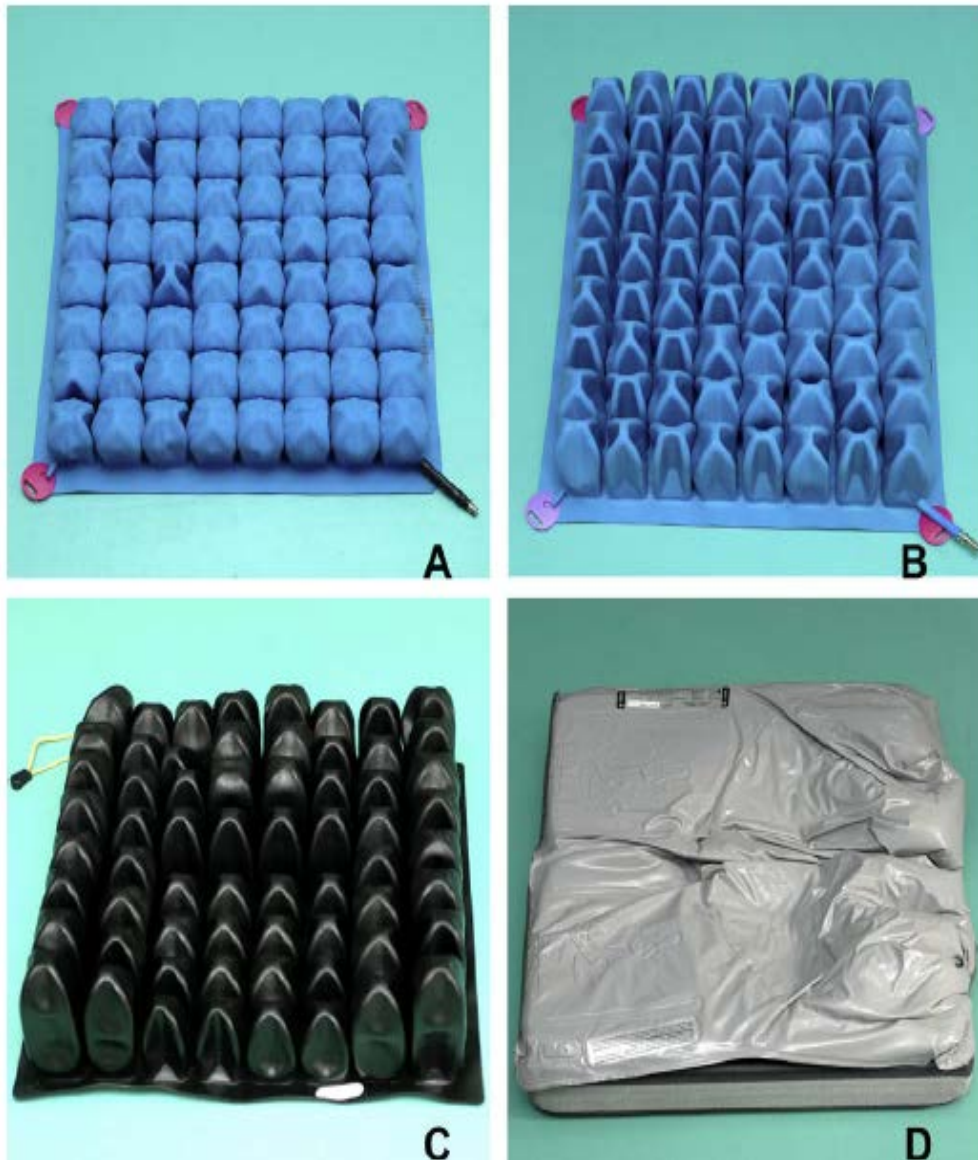


Figura 1.7. Coixins analitzats en l'estudi de Gil-Agudo i col·laboradors. (A) Coixí d'aire de perfil baix. (B) Coixí d'aire de perfil alt. (C) Coixí d'aire de doble compartiment. (D) Coixí d'escuma de gel i ferma. Gil-Agudo et al., 2009.

significativament menys cel·les en el rang superior a 100 mm Hg que el coixí Vicair®, però no hi va haver diferències significatives en el rang de 66-99 mmHg. L'estudi no va examinar la quantitat de cel·les en el rang de menys de 65 mm

Hg. La ubicació de les cel·les amb més de 100 mmHg no es va identificar sobre les prominències òssies. L'estudi va concloure que el coixí Roho® tenia propietats de redistribució de la pressió superiors a les del coixí Vicair®.



Figura 1.8. Sistema mapeig de pressió Xsensor® utilitzat en l'estudi de Trewartha i Stiller. Trewartha i Stiller, 2011.

1.3 Plantejament del problema d'investigació

Els estudis que avaluen l'eficàcia dels coixins per a cadires de rodes en la prevenció de les UPP, en general, es realitzen en situacions teòriques, i la informació disponible per comparar els resultats de diferents composicions i formes de coixins, és escassa.

Els coixins que actualment es troben al mercat tenen capacitat de regular la pressió en les diferents zones de suport, però d'una forma estàtica, és a dir, un cop fixada la pressió en cadascuna de les àrees, aquesta és invariable. Alguns exemples són el coixí Star o el coixí Roho (Figura 1.9.).

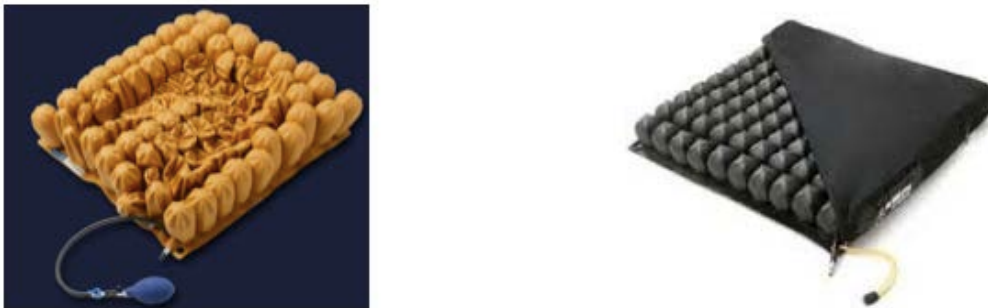


Figura 1.9. Coixí Starlock (esquerra) i Coixí de la casa Roho (dreta).

La Fundació Isidre Esteve (FIE) ha desenvolupat i patentat (Figura 1.10.) un "coixí intel·ligent" per prevenir l'aparició de les UPP en LM o pacients en mobilitat reduïda. El fonament d'aquest nou coixí consisteix en la possibilitat de variar, de forma controlada en el temps, la pressió en cadascuna de les cel·les que configuren el coixí. D'aquesta manera, a més d'evitar una pressió excessiva durant un temps que generi risc d'ulceració, permet un efecte "massatge" en variar les pressions de les diferents cel·les del coixí de manera sincronitzada, evitant els danys a nivell capil·lar i millorant el flux sanguini.

L'objectiu de l'estudi és avaluar els efectes i comportament de la pell en les dues tuberositats isquiàtiques amb el coixí de la FIE.




 Europäisches Patentamt European Patent Office Office européen des brevets	European Patent Office Postbus 5818 2280 HV RIJSWIJK NETHERLANDS Tel. +31 (0)70 340-2040 Fax +31 (0)70 340-3016
	For any questions about this communication: Tel. +31 (0)70 340 45 00
Gonzalez Viejo, Miguel Angel VALL D'HEBRÓN UNIDAD DE LESIONADOS MEDULARES Paseo de la Vall d'Hebron, 119/129 08035 Barcelona ESPAGNE	
Date 07.01.14	
Reference Applicant/Proprietor KH Llorede, S.A.	Application No./Patent No. 13382447.4 - 1651
Designation as inventor - communication under Rule 19(3) EPC	
You have been designated as inventor in the above-mentioned European patent application. Below you will find the data contained in the designation of inventor and further data mentioned in Rule 143(1) EPC:	
DATE OF FILING	: 06.11.13
PRIORITY	: //
TITLE	: Adaptive inflatable cushion
DESIGNATED STATES	: AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
INVENTOR (PUBLISHED = 1, NOT PUBLISHED = 0):	
1/Llorede Piña, Josep M*/KH LLOREDA, S.A. Polígon Industrial Can Castells Paseo De la Ribera, 111 Canovelles/08420 Barcelona/ES 1/Casa Agut, Joan/KH LLOREDA, S.A Polígon Industrial Can Castells Paseo De la Ribera, 111 Canovelles/08420 Barcelona/ES 1/Til Pérez, Lluís/CAR SANT CUGAT Av. Alcalde Barnils, 3/5 Sant Cugat del Vallès/08174 Barcelona/ES 1/Gonzalez Viejo, Miguel Angel/VALL D'HEBRÓN UNIDAD DE LESIONADOS MEDULARES Paseo de la Vall d'Hebron, 119/129/08035 Barcelona/ES	
DECLARATION UNDER ARTICLE 81 EPC: The applicant(s) has (have) acquired the right to the European patent as employer(s).	
Receiving Section	
	
EPO Form 1048 10.09	

Figura 1.10. Certificat de patent amb el nom dels inventors.

1.4 Aproximació al context de la lesió medul·lar

La LM es pot definir com tot procés patològic, de qualsevol etiologia, que afecta la medul·la espinal i pot originar alteracions de la funció motora, sensitiva i autònoma.

Els efectes secundaris de la lesió de la medul·la espinal són clarament significatius i dramàtics. Per als afectats, a més de la paràlisi, també pot significar

dolor, incontinència i una gran quantitat de discapacitats. A més, les conseqüències mèdiques no es limiten a la medul·la espinal, sinó que molts altres òrgans estan involucrats, el que resulta en tota una varietat de problemes addicionals. A això se sumen els problemes emocionals, psicològics, socials i econòmics que afecten no només a la persona amb la lesió, sinó també a la seva parella, família i amics (Binder, 2013).

1.4.1 Fisiopatologia

La LM aguda es compon d'una lesió primària i una lesió secundària posterior. Aquesta última resulta de la progressiva destrucció local del teixit, que pot ser potenciada per la disfunció autònoma sistèmica. L'atenuació d'aquests processos fisiopatològics constitueix la base de l'atenció mèdica i quirúrgica en els primers moments després de la LM (Witiw i Fehlings, 2015).

La lesió primària és conseqüència d'un dany traumàtic a la medul·la espinal. Es deu, generalment, a una fallada en la integritat biomecànica de la columna vertebral, el que porta a forces de compressió en la medul·la espinal que produeixen una alteració dels axons neuronals, els vasos sanguinis i les membranes cel·lulars (Rowland et al., 2008).

Durant aquesta primera fase, les micro-hemorràgies ocorren en qüestió de minuts en la substància gris central i s'estenen radial i axialment durant les següents hores. En qüestió de minuts, la medul·la espinal s'infla fins a ocupar el diàmetre complet del canal espinal a la regió lesionada. La isquèmia secundària resulta quan la inflor del cordó supera la pressió arterial-venosa. Es perd aleshores la regulació del flux sanguini, el que condueix a una hipotensió sistèmica, exacerbant així la isquèmia en el lloc de la lesió. Aquesta isquèmia, l'alliberament de productes químics tòxics a través de les membranes neuronals interrompudes i els canvis electrolítics, desencadenen una cascada de lesions secundàries que alteren substancialment la lesió mecànica inicial al danyar o destruir les cèl·lules veïnes (McDonald i Sadowsky, 2002).

Després de la lesió, la falta de reg sanguini que es desenvolupa en la matèria grisa s'estén a la substància blanca circumdant. Aquesta hipoperfusió frena o bloqueja completament la propagació dels potencials d'acció al llarg dels axons, el que contribueix al xoc espinal (Tator i Koyanagi, 1997). Els mecanismes de la

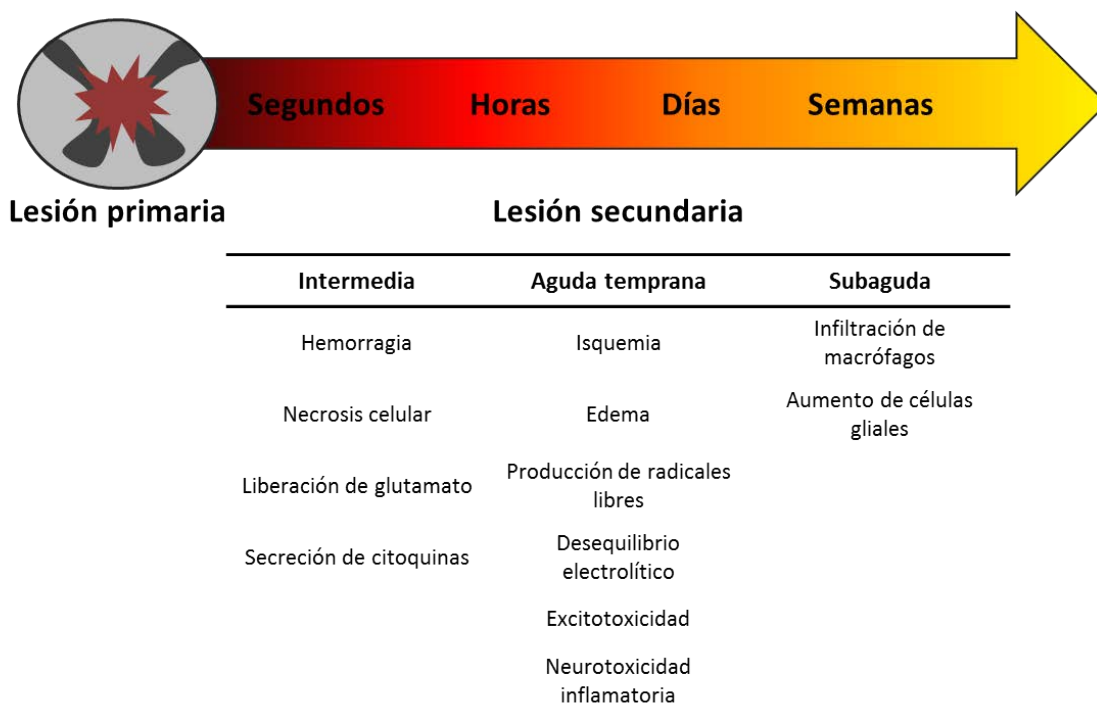


Figura 1.11. Mecanismes de la lesió medul·lar primària i secundària primerenca. La lesió primària condueix a una cascada fisiopatològica d'esdeveniments que comprenen la fase secundària aguda. Figura adaptada de Witiw i Fehlings, 2015.

fase secundària primerenca poden dividir conceptualment en tres fases: fase immediata (primeres 2 hores), fase aguda primerenca (primeres 48 hores) i fase subaguda (2 setmanes) (Figura 1.11.). Es creu que una descompressió quirúrgica primerenca i l'administració d'agents neuroprotectors i neuroregeneratius durant les fases més inicials constitueixen la intervenció mèdica més prometedora per millorar els resultats neurològics i funcionals, són opinions de professionals, però manquen estudis que ho avalin.

Finalment, a la fase secundària subaguda li segueix una fase crònica que serà la que determini el grau definitiu de discapacitat. A la pràctica clínica, es sol diferenciar únicament entre una fase aguda i una fase crònica.

1.4.2 Classificació de la lesió medul·lar

Atenent a la seva etiologia, les LM poden classificar-se en (Montoto et al., 2006):

- **Lesions medul·lars congènites:** siringomièlia, espina bífida, malformació arteriovenosa, etc.

- **Lesions medul·lars traumàtiques:** fractura vertebral per traumatisme, hematoma epidural i LM obstètrica o neonatal deguda a un part anormalment lent o laboriós.
- **Lesions medul·lars no traumàtiques:** són de causa clínica i entre elles, s'inclouen alteracions metabòliques (miopaties, distròfies, etc.), processos inflamatoris i infecciosos (abscessos epidural, mielitis, discitis, síndrome de Guillain-Barré), neoplàsies (astrocitoma, neuroblastoma, metastasi), LM d'origen vascular (trombosi medul·lars, infarts medul·lars), patologies degeneratives o desmielinitzants (esclerosi múltiple) i per causes iatrogèniques (complicacions de cirurgia vascular o de columna).

Existeixen, a més, una sèrie d'entitats bastant freqüents entre les LM no traumàtiques en individus adults, que es coneixen com síndromes medul·lars incompletes i presenten quadres clínics característics, encara que també poden debutar amb una simptomatologia mixta (Montoto et al., 2006). Aquests són:

- **Síndrome centre-medul·lar:** és el més freqüent i té lloc en lesions cervicals. Es caracteritza per una major debilitat motora en les extremitats superiors que a les inferiors, trastorns d'esfínters i una afectació sensitiva en grau variable. Es dona més freqüentment en persones d'edat avançada amb canvis degeneratius, que pateixen un mecanisme d'hiperextensió. En general, es tracta d'una síndrome de bon pronòstic, sent l'edat el factor determinant del nivell de recuperació funcional.
- **Síndrome de Brown-Séquard:** es tracta d'una síndrome de hemisecció medul·lar en el qual apareix paràlisi ipsilateral al costat de la lesió, pèrdua de sensibilitat profunda ipsilateral i contralateral de la termoalgèsia. Té bon pronòstic i entre el 75 i el 90% dels pacients recupera la marxa.
- **Síndrome medul·lar anterior:** produeix l'afectació dels dos terços anteriors de la medul·la espinal, mentre que els cordons posteriors es mantenen intactes. Es dona una paràlisi amb afectació de la sensibilitat termoalgèsica i preservació del tacte lleuger, sensibilitat posicional i pressió profunda.

- **Síndrome de con medul·lar:** lesió de la regió sacra de la medul·la (con medul·lar) i de les arrels nervioses lumbars dins del canal neural. Produeix areflèxia de bufeta, intestí i membres inferiors.
- **Síndrome de cua de cavall:** freqüentment indistingible de la lesió de con medul·lar, es tracta de la lesió de les arrels lumbosacres per sota del con dins del canal neural. També es presenta amb areflèxia de bufeta, intestí i membres inferiors.

L'Associació Americana de Lesió Medul·lar (American Spinal Injury Association, ASIA) va establir el 1997, en el seu document International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury, una classificació de les LM en funció de diferents criteris (Maynard et al., 1997). En primer lloc, segons el grau d'afectació neurològica o extensió de la lesió, es distingeixen dos tipus:

- **Lesió medul·lar incompleta:** quan hi ha una preservació parcial de les funcions sensorials i / o motores per sota del nivell neurològic, incloent el segment sacre més inferior. La prova que es manté parcialment la funció motora és la presència de contracció voluntària de l'esfínter anal extern.
- **Lesió medul·lar completa:** quan hi ha una absència total de la funció sensorial i / o motora al segment sacre més inferior.

A més d'aquesta classificació, l'escala ASIA d'afectació tipifica la LM en cinc graus (Maynard et al., 1997):

- **Grau A** (completa): absència de funció motora o sensorial en els segments sacres S4-S5.
- **Grau B** (incompleta): funció sensorial, però no motora, preservada per sota del nivell neurològic, inclosos els segments sacres S4-S5.
- **Grau C** (incompleta): funció motora preservada per sota del nivell neurològic i, almenys, més de la meitat dels músculs clau per sota del nivell neurològic presenten un grau muscular menor a 3.

- **Grau D** (incompleta): funció motora preservada per sota del nivell neurològic i, almenys, més de la meitat dels músculs clau per sota del nivell neurològic presenten un grau muscular igual o superior a 3.
- **Grau E** (normal): funcions sensorial i motora normals, però amb lateralització dels reflexes i/o l'aparició del reflex cutani plantar extensor.

1.4.3 Epidemiologia

El coneixement de la incidència i prevalença de la LM és crucial degut tant a l'impacte personal que té en els pacients afectats, com a les importants conseqüències socioeconòmiques a curt i llarg termini que porta associades. Les taxes d'incidència reflecteixen el nivell de control de la LM i les possibilitats de millorar la prevenció, mentre que les taxes de prevenció tenen impacte en l'atenció sanitària i en els recursos individuals i socials (Wyndaele i Wyndaele, 2006).

Segons l'Organització Mundial de la Salut, entre 250.000 i 500.000 persones pateixen cada any a tot el món LM que, majoritàriament, es deuen a causes que es poden prevenir, com accidents de trànsit, caigudes o actes de violència (Organització Mundial de la Salut , 2013). No obstant això, la incidència, prevalença i causalitat de la LM difereixen considerablement entre països desenvolupats i països en vies de desenvolupament, el que suggereix que les estratègies preventives s'han d'adaptar a les tendències regionals (Singh et al, 2014).

La majoria d'estudis epidemiològics sobre la LM fan referència a Nord Amèrica, Europa i Austràlia i no hi ha prou informació relativa a Àfrica, Àsia i Amèrica Llatina, la qual cosa, sumat a l'heterogeneïtat dels estudis, fa difícil comparar les dades disponibles (Wyndaele i Wyndaele, 2006). Singh i col·laboradors van recollir els resultats d'incidència de la LM procedents de 44 estudis duts a terme en diferents països, províncies i regions (**Figura 1.12.**). La major incidència de LM a Europa va ser a Estònia, seguida de Romania (28,5 per milió), Espanya (23,5 per milió) i França (19,4 per milió). Per contra, la taxa més baixa a Europa es va trobar a Dinamarca (9,2 per milió), seguida pels Països Baixos, (12,1 per milió), Turquia (12,7 per milió), Irlanda (13,1 per milió), Suïssa (~ 15 per milió), Finlàndia (13,8 per milió) i Noruega (16,5 per milió) (Singh et al, 2014).

Clàssicament, al voltant del 90% de les LM s'han associat amb traumatismes; però, segons una anàlisi dels registres de països d'ingressos alts, la LM no traumàtica ha augmentat recentment fins a més del 10%. La població de LM per causes traumàtiques és jove, especialment en els països d'ingressos mitjans i baixos (Rahimi-Movaghar et al., 2013).

Las tres causes més comuns de LM en tot el món són els accidents de tràfic, les caigudes i la violència. Degut a l'escassa qualitat de les dades, especialment en els països d'ingressos mitjos i baixos, poden existir variacions

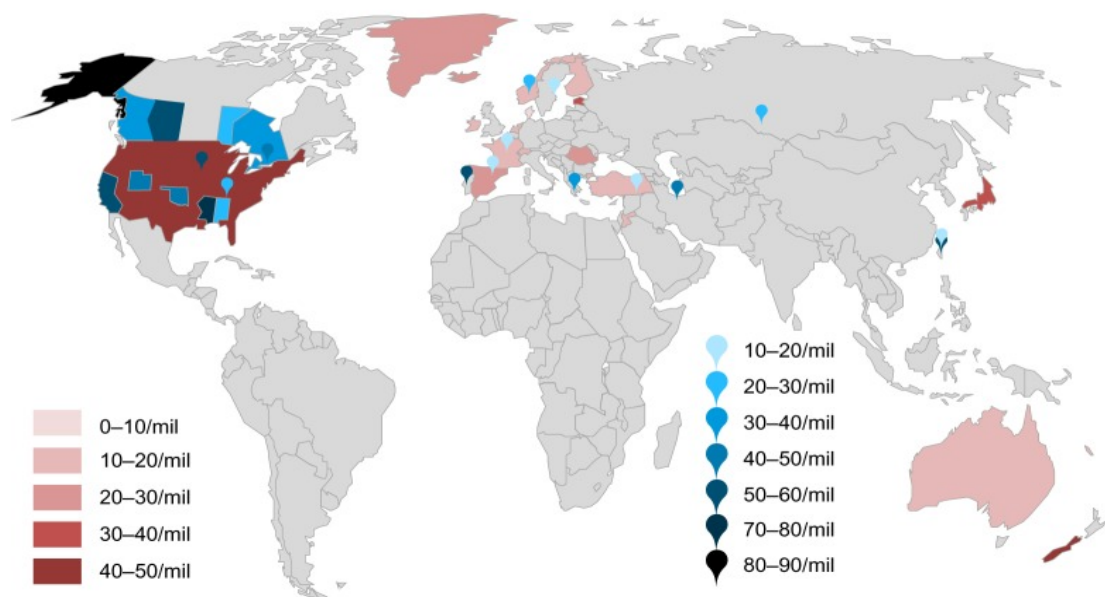


Figura 1.12. Incidències anuals relatives de lesió medul·lar de països, estats/províncies i regions. El color vermell mostra incidències de països i el color blau incidències d'estats/províncies i regions. Singh et al, 2014.

en la causalitat o el context de la LM entre diferents països (Figura 1.13.), especialment en àrees amb nivells més alts de violència social (Centre Amèrica, Mig Orient i Àfrica Central). En general, els accidents de tràfic són la principal causa de lesió medul·lar en els països (36 % - 59 %). En canvi, a Estònia, Finlàndia, Groenlàndia, Fiji, els Països Baixos i Romania, les caigudes són responsables del major percentatge de LM (Singh et al, 2014). La major incidència de lesions traumàtiques per violència del món es donen en l'Àfrica Subsahariana (38 %) seguida d'Àfrica del Nord i la zona centre-est africana (24

%) i Llatinoamèrica (22 %) (Cripps et al., 2011). Així mateix, el 28 % y el 11 % de les LM són degudes a la violència en Jordània i Groenlàndia, respectivament. Les lesions relacionades amb els esports són les més comuns a Fiji (32 %) i a Islàndia (19 %) (Singh et al, 2014). Per últim, s'ha estimat que les lesions relacionades amb el treball contribueixen al menys al 15 % de totes les LM traumàtiques (Rubiano et al., 2015).

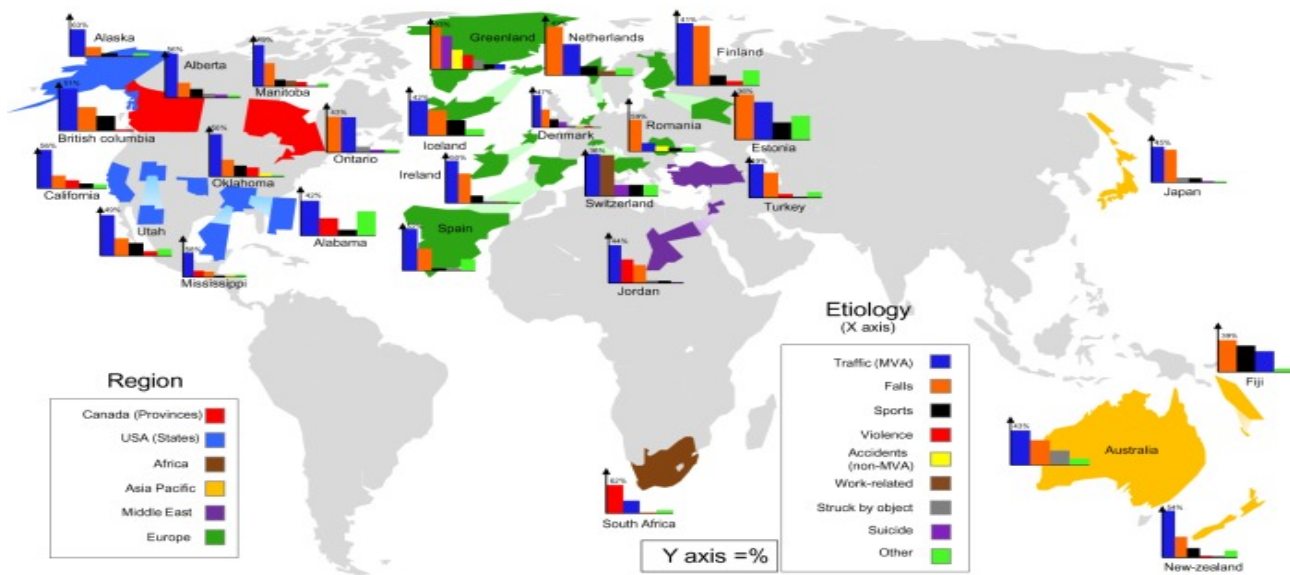


Figura 1.13. Causalitat de la lesió medul·lar en varis països. El eix Y dels gràfics de barres indica el percentatge de contribució, mentre que el eix X es refereix a les etiologies de major a menor freqüència d'esquerra a dreta. Singh et al, 2014.

En una revisió sistemàtica de la literatura, Van Den Berg i col·laboradors varen analitzar les dades epidemiològiques relacionades amb la gravetat i el nivell de la LM (Van Den Berg et al., 2010). Aquets autors varen concloure que la proporció de persones paraplàtiques variava entre el 19 i el 68 %, depenent de les regions estudiades, i la quantitat de tetraplàtics oscil·lava entre el 32 el i 75 %. Endemés, el nivell de la lesió traumàtica més comú estava representada per la regió cervical, seguida de la toràcica.

En relació a les diferències de gènere, la LM és globalment més freqüent en homes que en dones, amb percentatges d'incidència en els homes superiors al 66 % en la majoria dels estudis disponibles (Rahimi-Movaghar et al., 2013). Amb respecte a l'edat dels pacients, la incidència de la LM segueix una distribució

bimodal, amb un primer pic en joves (15-29 anys) i un segon pic, que actualment es troba en augment, en persones majors de 65 anys (Van Den Berg et al., 2010).

És important tenir en compte que les dades epidemiològiques disponibles han de ser interpretades amb cautela, donat l'elevada heterogeneïtat dels estudis que coincideixen en la necessitat d'estandarditzar els resultats (Sekhon i Fehlings, 2001; Ackery et al., 2004; Wyndaele i Wyndaele, 2006; Van den Berg et al., 2010). Malgrat això, hem de destacar la contribució d'aquets estudis a la pràctica clínica, ja que aporten cada vegada més evidències de que les estratègies de prevenció, anteriorment enfocades als adults joves que pateixen accidents de tràfic, avui han de centrar-se també en la població major amb patologies clíniques incapacitants o que pateixen caigudes accidentals (Bates-Jensen et al., 2009).

A Espanya, malgrat que no existeix un registre nacional de dades al respecte, s'ha descrit una incidència anual de la LM (traumàtica i no traumàtica) d'entre 12 i 20 casos per mil habitants, i aproximadament hi ha 38.000 persones vivint amb LM actualment en el nostre país (Avellanet i Gonzalez-Viejo, 2017).

D'acord amb un estudi portat a terme per el Ministeri de Sanitat espanyol (Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, 2011), entre els anys 2000 i 2008 els ingressos hospitalaris urgents per LM varen implicar una taxa d'incidència de 24 casos per milió d'habitants (35,6 casos per milió en homes i 12,4 per milió en dones). Un 36,6 % es varen lesionar en accidents de tràfic. Les menors taxes per LM es varen registrar en el grup de 0 a 13 anys, augmenten a partir d'aquesta edat en les casos derivats d'accidents de tràfic fins als 18-24 anys, que decreixien a partir d'aquest grup d'edat. En el cas de la LM traumàtica no relacionada amb un accident de tràfic, las taxes d'incidència varen experimentar increments notables després de mantenir-se relativament estables fins als 65 anys en els homes i els 55 en el cas de les dones. Així mateix, aquest estudi també va trobar un important impacte socioeconòmic, amb un cost social de les persones amb LM per accident de tràfic estimat en més de 150 milions d'euros i gairebé 400 milions en el cas dels LM per altres mecanismes.

1.4.4 Tractament i rehabilitació

Històricament, era freqüent que els pacients amb LM romanguessin en llits hospitalaris sense cures intensives durant llargs períodes de temps on, l'única atenció rebuda consistia en tractar la lesió òssia. Aquest enfoc ha sigut substituït per tècniques mèdiques i quirúrgiques agressives enfocades a mantenir la perfusió sanguínia, descomprimir la medul·la espinal, evitar complicacions i restablir l'estabilitat de la columna vertebral (Wilson et al., 2013).

Existeixen evidències consistents en que, evitar la hipotensió i mantenir els objectius de pressió arterial agressius durant les fases agudes després de la lesió, millora la recuperació neurològica i redueix la mortalitat (Levi et al., 1993). En base a les dades existents, la Associació Americana de Cirurgians Neurològics recomana mantenir la pressió arterial mitja dels pacients en 85-90 mm Hg durant els primers 7 dies de la lesió (American Association of Neurological Surgeons, 2002b).

Els pacients, especialment aquells amb lesions cervicals greus, han de rebre tractament en una unitat de cures intensives (UCI) amb monitorització cardíaca, hemodinàmica i respiratòria continua, durant els primers 7-14 dies després de la lesió. En estudis observacionals, la admissió estandarditzada de pacients amb lesions de columna en una UCI s'ha associat amb una mortalitat i morbiditat reduïdes, endemés d'una millor recuperació neurològica (American Association of Neurological Surgeons, 2002a).

Malgrat les convincents troballes preclíniques que apuntaven a la necessitat de descomprimir la medul·la en una fase prematura un cop produïda la lesió (Furlan et al., 2011a), durant molts anys els cirurgians s'han mostrat reticents a operar de manera aguda degut a la preocupació de que els canvis hemodinàmics perioperatoris comprometessin la perfusió del cordó medul·lar (Bedbrook y Sedgley, 1980). A més a més, fins el desenvolupament de tècniques instrumentals de fixació espinal en la dècada del 1990, la descompressió significava una major desestabilització d'una columna vertebral ja inestable.

Els estudis retrospectius disponibles mostren resultats contradictoris en quan a l'efecte de la cirurgia primerenca en la recuperació neurològica dels LM, però tots han demostrat que la descompressió prematura és segura (Fehlings i Perrin,

2006). Actualment, existeix bastant consens entre els cirurgians en la preferència per la descompressió medul·lar prematura (Fehlings et al., 2010). En el cas específic de la dislocació de la columna cervical, la reducció ràpida i tancada de la columna vertebral amb tracció esquelètica segueix sent una opció de tractament vàlida. En aquest cas, la cirurgia es realitza després d'una reducció per a restablir l'estabilitat de la columna vertebral.

Un altre abordatge terapèutic prematur en la LM se basa en la inducció d'hipotèrmia sistèmica. Estudis preclínics han suggerit que el refredament minimitza els mecanismes de lesió secundària (Lo et al., 2009). Si bé actualment no hi ha proves suficients per a recolzar l'ús de la hipotèrmia sistèmica, s'estan realitzant assajos d'eficàcia multicèntrics per explorar aquesta teràpia (Wang i Pearse, 2015).

El tractament farmacològic es basa, en la majoria dels centres hospitalaris, en un protocol consistent en l'administració de corticosteroides en les primeres hores després d'ocorregut el trauma, que té per objectiu reduir el grau de paràlisi permanent durant la resta de la vida del pacient. No obstant, existeix controvèrsia en la literatura en quan a aquest protocol per les possibles complicacions associades (Hurlbert, 2000). Així doncs, el tractament amb altes dosis de l'esteroides metil-prednisolona és l'única teràpia farmacològica que ha demostrat la seva eficàcia en un assaig aleatoritzat de fase III essent administrat dins de les vuit primeres hores de la lesió (Bracken, 2012). Per això, les guies clíniques consensuades recomanen que la administració de metil-prednisolona durant 24 hores, iniciada dins de les 8 hores posteriors a la lesió, sigui l'única opció de tractament farmacològic que s'ha de realitzar, tenint en compte les possibles complicacions (Hugenholtz et al., 2002). La Societat Espanyola de Paraplègia (SEP), juntament amb altres societats com la japonesa i de la ISCOs, mantenen que no és una teràpia que aporti millora en els pacients amb LM completa i només té indicació en la lesió incompleta (Barrera Chacón et al., 2013).

Altres tractaments estudiats com a neuroprotectors inclouen la naloxona, un antagonista opiàc que bloqueja els efectes neurotòxics de l'opioide dinorfina A (Baskin et al., 1993); el tirilazad, desenvolupat per inhibir la peroxidació de les membranes neuronals (Bracken et al., 1997); i el nimodipino, un bloquejant dels canals de calci que prevenen la activació dependent del calci dels enzims

cel·lulars destructives i l'alliberació de glutamat presinàptic (Fehlings et al., 1989). Encara que tots aquets agents varen mostrar eficàcia en estudis amb animals, en els assajos clínics no han resultat satisfactoris en la recuperació de la funció motora.

Addicionalment a l'ús d'agents neuroprotectors, s'ha proposat la utilització de composts neuroregeneratius en el tractament agut de la lesió medul·lar. Els gangliòsids són molècules de glucolípid complexes que comprenen un important component estructural de les membranes neuronals. Estudis preclínics han demostrat que els gangliòsids poden millorar la regeneració axonal després de la lesió medul·lar (Bose et al., 1986). A més, s'ha atribuït a aquests compostos una varietat d'efectes neuroprotectors. Tanmateix, un assaig aleatoritzat controlat amb placebo del compost de gangliòsid GM-1 (Sygen) no va trobar diferències en la proporció de pacients que varen assolir una recuperació neurològica marcada als 6 mesos, malgrat no es varen presentar resultats quantitatius (Geisler et al., 2001). Així mateix, varis agents neuroprotectors i neuroregeneratius dirigits a mecanismes patològics específics es troben actualment en investigació clínica. Malgrat són prometedors, aquets agents encara tenen que demostrar eficàcia en els assajos de fase III.

Un cop que el pacient és estabilitzat clínicament, es porta a terme un programa de rehabilitació en centres o unitats especialitzades, dirigit a aconseguir la major independència funcional i la millor qualitat de vida possible. Els objectius de la teràpia de rehabilitació, així com els resultats esperats, depenen de cada pacient individual. Les evidències per establir pautes de tractament concrets per a perfils de pacients específics són escasses. En general, els terapeutes intenten distints enfocaments, utilitzant diferents modalitats de tractament o combinacions dels mateixos, per adaptar la teràpia a la que sigui més tolerable i eficaç per assolir els objectius funcionals del pacient (Stampas i Tansey, 2014).

L'abordatge terapèutic integral en els LM tracta principalment els següents aspectes (Montoto et al., 2006):

- I. Cinesiteràpia activa i passiva.
- II. Adaptació progressiva a la sedestació.

- III. Rehabilitació respiratòria, amb la retirada de la ventilació mecànica simultània a un programa de fisioteràpia respiratòria.
- IV. Rehabilitació vesical, amb una fase de cateterismes vesicals intermitents i reeducació de la bufeta neurògena.
- V. Rehabilitació intestinal, amb la reeducació del budell neurògen.
- VI. Independència funcional per les activitats de la vida diària.
- VII. Activitats de teràpia ocupacional.
- VIII. Rehabilitació psicològica tant del pacient com dels seus cuidadors.
- IX. Rehabilitació complementària (esports, escolarització, conducció de vehicles, etc.).
- X. Programes d'educació sanitària al pacient i els seus cuidadors per evitar complicacions.
- XI. Revisions periòdiques en el centre o unitat especialitzada en lesió medul·lar.

1.4.5 Complicacions de la lesió medul·lar

Les complicacions secundàries a llarg termini són comuns i juguen un paper important en la contínua atenció sanitària dels pacients amb LM. Aquestes complicacions són una causa freqüent de morbiditat i mortalitat i condueixen a majors tasses de re-hospitalització, disminució de la capacitat de inserció laboral i empitjorament de la qualitat de vida dels pacients (Chiodo et al, 2007).

Les complicacions cròniques que més freqüentment pateixen les persones amb LM inclouen complicacions respiratòries, complicacions cardiovasculars, complicacions urinàries i intestinals, espasticitat, síndromes de dolor, UPP, osteoporosi i fractures òssies (Sezer et al., 2015).

- *Complicacions respiratòries*

Les complicacions respiratòries associades amb a la LM són la causa més important de morbiditat i mortalitat en estadis aguts i crònics (Garshick et al., 2005; Tollefsen i Fondenes, 2012). La progressió de les complicacions respiratòries depèn del nivell de la lesió i del grau de deteriorament motor. La LM

sovint condueix a disfunció respiratòria, inclosa la insuficiència dels músculs respiratoris, la reducció de la capacitat vital, tos ineficaç, reducció de la capacitat pulmonar i toràcica y excés d'oxigen en la respiració (Brown et al., 2006). Degut a aquets problemes, l'atelèctasi o disminució del volum pulmonar, la pneumònia i la insuficiència respiratòria són les complicacions respiratòries més comuns en pacients amb LM.

- *Complicacions cardiovasculars*

Les persones amb lesió LM tenen un elevat risc de patir complicacions cardiovasculars i els seus efectes a llarg termini, tals com la malaltia tromboembòlia i la disreflèxia autònoma, que consisteix en la presència de dolor o incomodat per sota del nivell de la lesió. Les complicacions cardiovasculars més comuns en l'etapa crònica de la LM són la hipotensió ortostàtica, la disreflèxia autonòmica, l'alteració dels reflexes cardiovasculars, la transmissió reduïda de dolor cardíac, la pèrdua de acceleració cardíaca reflexa, l'atròfia cardíaca associada a tetraplegia, degut a una pèrdua de massa ventricular esquerra, i el pseudo-infart de miocardi (Hagen et al., 2012).

- *Complicacions urinàries i intestinals*

Una de les complicacions més freqüents que acompanyen a la LM és la pèrdua de la funció genitourinària i gastrointestinal (Benevento i Sipski, 2002).

Les disfuncions urològiques que tenen lloc arrel de la LM incrementen el risc de desenvolupar complicacions a llarg termini, endemés de reduir el benestar psicològic i social del pacient. La principal conseqüència de la alteració del sistema urinari és l'aparició de disfunció de la bufeta, altrament anomenada bufeta neurògena (Hagen et al., 2011).

El budell neurògen és així mateix un problema important en termes físics i psicològics pels pacients amb LM, afectant a gairebé la meitat d'ells (Liu et al., 2009). A més a més, s'ha demostrat que un nivell alt de la lesió, la integritat de la medul·la espinal en la lesió i el temps transcorregut des de la mateixa (≥ 10 anys), poden predir la gravetat d'aquest síndrome (Liu et al., 2010).

- *Espasticitat*

L'espasticitat es caracteritza per l'augment del to muscular, l'increment intermitent o sostingut dels reflexes somàtics involuntaris (hiperreflèxia), contraccions musculars involuntàries (clonus) i espasmes musculars dolorosos (Rabchevsky i Kitzman, 2011). S'estima que aquesta condició afecta al 70 % dels pacients amb LM i, en molts d'ells, causa una considerable discapacitat (Gorgey et al., 2010).

- *Síndromes de dolor crònic*

Els síndromes de dolor crònic són una de las complicacions secundàries més freqüents en els LM, doncs fins a un 80 % dels pacients poden patir algunes d'aquestes síndromes (Rekand et al., 2012). La presència de dolor crònic condueix a la discapacitat funcional i al malestar emocional i pot tenir un impacte negatiu en la integració social i en la qualitat de vida dels pacients (Middleton et al., 2008). El dolor pot classificar-se en nociceptiu (múscul-esquelètic o visceral) i neuropàtic (en el nivell de la lesió, per sobre, o per sota del mateix) (Siddall i Middleton, 2006).

- *Osteoporosi i fractures òssies*

L'osteoporosi, una condició caracteritzada per la reducció de la massa de teixit ossi i el deteriorament de la micro-arquitectura de l'esquelet, és una complicació ben coneguda per la LM (Bauman i Cardozo, 2015). Ocorre ràpidament en els primers 12-18 mesos i continua durant anys. El mecanisme implicat en el desenvolupament de l'osteoporosi en aquets pacients és complexa i multifactorial. Entre els factors proposats es troben defectes en la vasoregulació, hipercortisolisme, alteracions en la funció gonadal i altres desordres endocrins (Jiang et al., 2006). La pèrdua de massa òssia en els pacients amb LM, incrementa el risc de fractures de baix impacte, que passa de forma espontània o durant la transferència des del llit a la cadira de rodes i, freqüentment, es donen en la proximitat del genoll, com en el fèmur distal o en la tibia proximal (Morse et al., 2009).

- *Úlceres per pressió*

Les UPP són una complicació secundària important i potencialment mortal de la LM. Poden conduir a una major discapacitat funcional i a infeccions greus,

requerint en moltes ocasions intervencions quirúrgiques per al seu tractament (Regan et al., 2009). Les malalties de la pell (incloses les UPP) han sigut identificades com la segona etiologia més comú de la re-hospitalització en pacients amb LM (Cardenas et al., 2004).

Les localitzacions més habituals de les UPP, identificades en pacients després de dos anys de la lesió, són l'isqui (31 %), el trocànter (21 %), el sacre (18 %), el taló (5 %), el mal·lèol (4 %) y el peu (2 %). Endemés, s'han descrit com factors de risc per a les UPP la immobilitat, l'activitat reduïda, la manca de sensibilitat, la humitat deguda a la incontinència fecal i urinària, l'atròfia muscular, el temps des de la lesió, la depressió, el tabaquisme i la malnutrició (McKinley et al., 1999).

La prevenció de les UPP en LM ha de començar des del moment de la lesió i perllongar-se durant tota la vida del pacient. La cura d'aquets tipus d'úlceres inclou la inspecció diària de la pell, el manteniment de la pell neta i seca, la prevenció de pressió excessiva, la utilització de tècniques adequades d'alleugement de pressió, la utilització de materials especials, com coixins per a cadires de rodes, la nutrició equilibrada i diagnòstic i tractament precoç (Regan et al., 2009).

1.4.6 Úlceres per pressió

1.4.6.1 Definició i etiologia

Les UPP s'han definit com una lesió localitzada en la pell i/o el teixit subjacent, generalment sobre una prominència òssia, com a resultat de la pressió o de la pressió en combinació amb forces de cisallament (National Pressure Ulcer Advisory Panel et al., 2014).

La causa primària de la úlcera és l'aplicació externa de pressió durant un període de temps perllongat sobre prominències òssies, com el sacre o la tuberositat isquiàtica. Això condueix a la presència d'isquèmia en els teixits tous que recobreixen aquestes prominències òssies i, en última instància, a la necrosi del teixit. Malgrat l'úlcera pot aparèixer confinada a la pell, poden passar setmanes abans de conèixer el tamany i la profunditat real de la lesió. Endemés, el múscul és més sensible que la pell a la isquèmia causada per la pressió (Regan et al., 2009).

En base a estudis *in vitro* i en animals d'experimentació, s'han proposat varis mecanismes etiològics mitjançant els quals l'estrès i la pressió interna interactuen amb els límits de dany per donar com a resultat el desenvolupament i l'aparició de l'úlcer (Coleman et al., 2014). Aquests mecanismes són els següents:

- **Isquèmia localitzada:** clàssicament, s'ha pensat que la isquèmia és el factor etiològic dominant en el desenvolupament de l'UPP. L'obstrucció o oclusió dels vasos sanguinis en els teixits tous, causada per la pressió externa, dona com a resultat la isquèmia local i la conseqüent reducció de l'aport de nutrients a les cèl·lules del teixit afectat i de la eliminació dels seus metabòlits (i el canvi associat en el pH), i, en última instància, causa el dany dels teixits (Gawlitta et al., 2007).
- **Lesió per reperfusió:** durant la fase de reperfusió, quan acaba la pressió externa, el dany causat per la isquèmia pot ser exacerbat com a resultat de l'alliberació de radicals lliures d'oxigen nocius (Tsuji et al., 2005).
- **Drenatge limfàtic danyat:** l'obstrucció dels vasos limfàtics en els teixits tous, causada per la pressió externa s'associa amb una acumulació de productes de desfet i a un augment en el líquid intersticial, contribueix al desenvolupament de l'úlcer (Miller y Seale, 1981).
- **Deformació cel·lular sostinguda:** alguns estudis han descrit que forces de magnitud suficient, tenen el potencial de causar la mort cel·lular en períodes de temps molt curts (Gefen et al., 2008). Gawlitta i col·laboradors varen avaluar la influència de la deformació i de la isquèmia en el desenvolupament d'úlceres utilitzant teixit muscular, veient que la deformació va tenir un efecte immediat, mentre que la hipòxia va reduir la viabilitat cel·lular durant períodes perllongats de pressió (Gawlitta et al., 2007).

1.4.6.2 Perspectiva històrica

És sabut que la cura de les ferides és un fet tan antic com la història de la humanitat. Exemple d'això és l'home de Neandertal, que ja utilitzava herbes per a tractar les cremades y altres ferides, les quals atenia i cuidava fins que tancaven. També a l'Egipte, fa més de 5000 anys, el papir de Smith fa referència

a la aplicació de cures compostes per greix animal, mel i fibres de cotó, que tenien propietats antibacterianes, osmòtiques, enzimàtiques i absorbents d'exsudat, afavorint la cicatrització de la ferida. Hipòcrates tractava les ferides amb vi, cera d'abelles, roure sagrat, oli, mel o sucre; i en l'Amèrica precolombina els maies utilitzaven, per a la cicatrització de les ferides, un producte obtingut d'un fong que creixia en el blat de moro, que pot ser considerat com un antibiòtic natural (Andrades et al., 2004).

Des d'aquets mètodes primitius i de caràcter totalment empíric, la forma d'entendre i tractar les ferides per l'home i els professionals sanitaris ha variat considerablement al llarg de la història. No és fins als segles XIX i XX quan comença una tendència mundial destinada al coneixement de la fisiopatologia implicada en los processos cel·lulars i moleculars que porten al desenvolupament de les UPP. A principis del segle XIX, Paget i Charcot, pioners en la matèria, varen descriure l'efecte de la pressió externa en la circulació de la pell i la conseqüent necrosi, així com les característiques clíniques de les UPP (Janis i Kenkel, 2003). En la dècada de 1930, Landis va descriure que la pressió venosa capil·lar mitja era de 6 mm Hg i la pressió arteriolar en les extremitats de 32 mm Hg, utilitzant per això un model experimental de microinjecció en pell humana (Landis, 1930; Landis i Gibbon, 1933). En la següent dècada, Groth va adonar-se que els músculs més grans resistien millor la pressió, que la destrucció del teixit per una força externa era evident en la base d'una ferida localitzada sobre una prominència òssia, i que la sèpsia generalitzada podia ser el resultat d'una infecció local en el lloc de la pressió (Groth, 1942). Els experiments clàssics de Kosiak en gossos, varen demostrar que pressions elevades durant curts períodes de temps eren tan perjudicials per el teixit, com pressions baixes aplicades durant períodes més llargs o perllongats, conduint ambdues a la isquèmia del teixit, necrosi i ulceració (Kosiak, 1961; Kosiak et al., 1958; Kosiak, 1991). Altres investigadors varen contribuir també a aquestes troballes clàssiques i foren dels primers en descriure que el múscul és més susceptible a la pressió que la pell, que les prominències òssies, que suporten pes de forma natural, presenten sobretot pell i fàscia, i que la fricció pot tenir un efecte sinèrgic amb la pressió en la destrucció del teixit (Keane, 1979; Dinsdale, 1974; Daniel i Faibisoff, 1982). Tots aquets descobriments clàssics varen assentar les bases per assolir el coneixement que avui tenim referent a l'etiologia, fisiopatologia i als

factors de risc de les UPP. Tot i així, malgrat aquest major coneixement, les UPP segueixen sent en l'actualitat un problema prevalent i d'especial atenció en matèria de salut, que afecta a pacients en tots els nivells assistencials i de totes les classes socials (Andrades et al., 2004).

En relació a LM, han sigut els esdeveniments bèl·lics els que, principalment, han posat de manifest els seus efectes devastadors, entre els que val la pena destacar la impossibilitat d'evitar les UPP. En aquest context, es requereix un compromís per part de tots els professionals de salut en la prevenció i atenció d'aquest tipus de lesions, amb l'objectiu final de reduir la discapacitat i millorar la qualitat de vida de les persones que viuen amb LM.

1.4.6.3 Classificació de les úlceres per pressió

El sistema de classificació de les UPP més utilitzat comunament va ser establert per el *National Pressure Ulcer Advisory Panel* (NPUAP) i la *European Pressure Ulcer Advisory Panel* (EPUAP), acordant quatre categories de lesió en funció de la seva gravetat (National Pressure Ulcer Advisory Panel et al., 2014) (**Figura 1.14.**):

- **Categoria o grau I. Eritema no blanquejant:**

Pell intacte amb envermelliment no blanquejant d'una àrea localitzada generalment sobre una prominència òssia. La pell fosca pigmentada pot no tenir pal·lidesa visible; el seu color pot diferir de la pell del àrea circumdant.

L'àrea pot presentar-se dolorosa, ferma, suau, més calenta o més freda en comparació amb els teixits adjacents. El grau o categoria I pot ser difícil de detectar en persones de pell fosca. Pot ser un signe indicatiu de risc de desenvolupament d'úlceres.

- **Categoria o grau II. Pèrdua parcial del grossor de la pell:**

La pèrdua d'espessor parcial de la dermis es presenta com una úlcera oberta poc profunda amb un llit de la ferida rosada, sense esfàcels. També pot presentar-se com una ampolla intacta o oberta/trencada plena de sèrum.

Es presenta com una úlcera brillant o seca sense esfàcels o hematomes (l'hematoma indica lesió dels teixits profunds).

- **Categoria o grau III. Pèrdua total del grossor de la pell:**

Pèrdua completa del grossor de la pell. El greix subcutani pot ser visible, però els ossos, músculs o tendons no estan exposats. Els esfàcels poden estar presents però no ocultar la profunditat de la pèrdua de teixit. Poden incloure cavitacions i tunelitzacions.

La profunditat varia segons la localització anatòmica. El pont del nas, l'orella, l'occipital i el mal·lèol, no tenen teixit subcutani i les úlceres d'estadi III poden ser poc profundes. Pel contrari, les zones amb important adipositat poden desenvolupar UPP d'estadi III extremadament profundes. L'os o el tendó no són visibles ni directament palpables.

- **Categoria o grau IV. Pèrdua total del grossor del teixit:**

Pèrdua total de l'espessor del teixit amb exposició de l'os, tendó o múscul. Els esfàcels o crostes poden estar presents en la ferida. Inclou sovint cavitacions y tunelitzacions.

La profunditat de l'úlcer de categoria IV varia segons la localització anatòmica. El pont del nas, l'orella, l'occipital i el mal·lèol no tenen teixit subcutani i les úlceres de grau IV poden ser poc profundes. Poden estendre's a múscul i/o estructures de suport (fàscia, tendó o càpsula articular) fent possible la aparició d'osteomielitis. L'os/tendó exposat és visible o directament palpable.

La classificació estableix, endemés, altres dues categories addicionals d'UPP:

- **Inclassificable. Profunditat desconeguda:**

Pèrdua de l'espessor total dels teixits on la profunditat real de l'úlcer a està totalment coberta per esfàcels (de color groc, torrat, gris, verd o marró) i/o crostes (de color torrat, marró o negre) en el llit de la ferida.

Fins que no es retiren els esfàcels i crostes, deixant exposada la base de la ferida i la profunditat real, la categoria de la lesió no pot ser determinada. Una crosta estable (seca, adherent, intacta i sense eritema) en els talons, serveix com una "cobertura natural del cos" i no ha de ser retirada.

- **Sospita de lesió de teixits profunds. Profunditat desconeguda:**

Àrea localitzada de color púrpura o granat de pell intacta decolorada o ampolla plena de sang degut al dany dels teixits tous subjacents per la pressió i/o cisallament. L'àrea pot anar precedida per un teixit dolorós, ferm, tou, humit, més calent o més fred, en comparació amb els teixits adjacents. La lesió de teixits profunds pot ser difícil de detectar en persones amb pell fosca. L'evolució pot incloure una fina ampolla sobre una ferida fosca. La ferida pot evolucionar encara més i arribar a cobrir-se per una fina crosta.

L'evolució pot donar lloc a la ràpida exposició de capes addicionals de teixit, àdhuc amb tractament adequat.

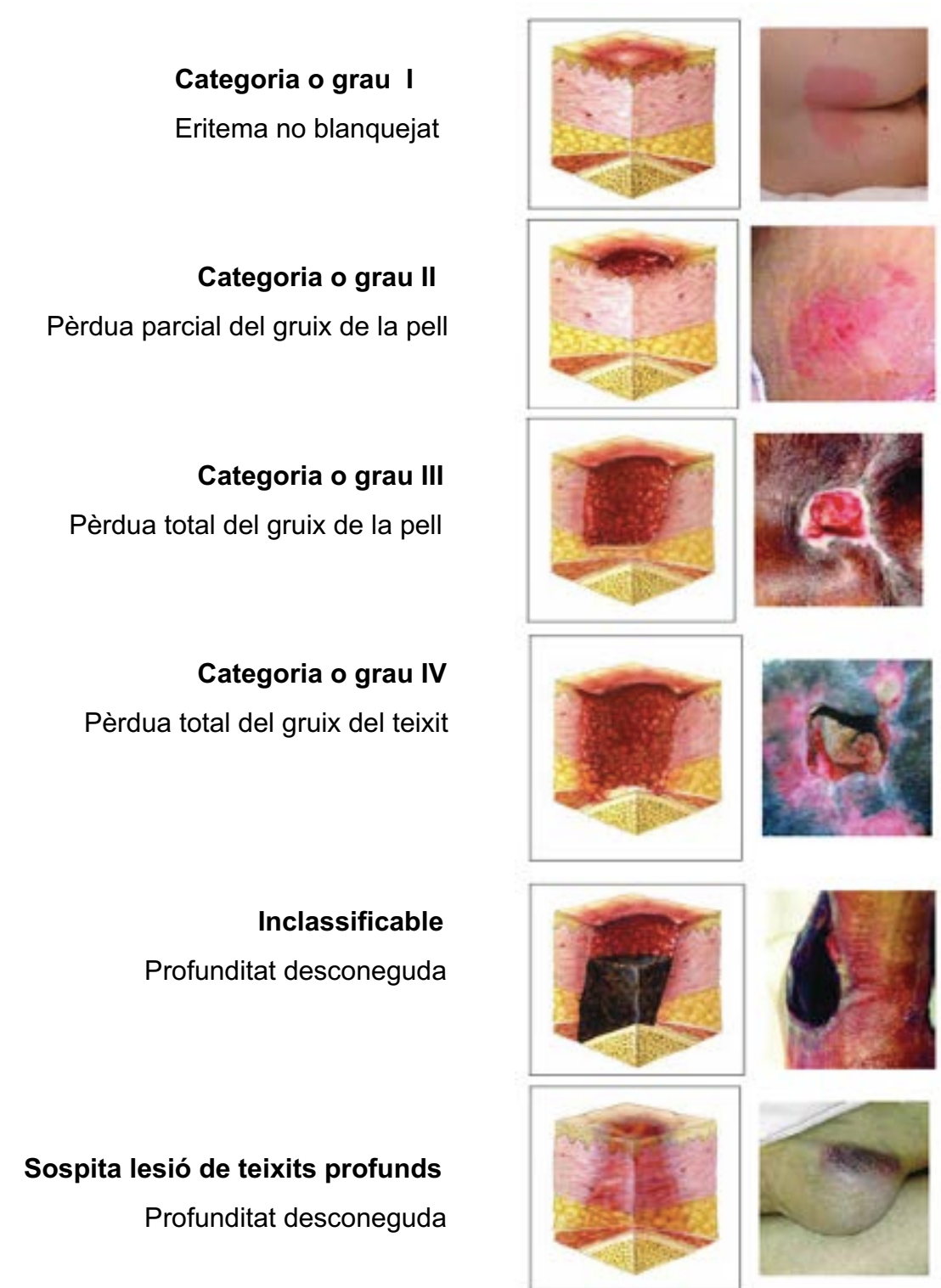


Figura 1.14. Classificació de les UPP, establerta per el NPUAP/ EPUAP segons la gravetat de la lesió. National Pressure Ulcer Advisory Panel et al., 2014. Epidemiologia i factors de risc

1.4.6.4 Epidemiologia i factors de risc

En la literatura trobem una ampla varietat d'estudis sobre la prevalença de les UPP en diferents països. Aquets estudis, realitzats sobretot en hospitals d'aguts, apunten a una prevalença a nivell europeu del voltant del 18 % (Vanderwee et al., 2007; Kottner et al., 2009), malgrat amb notables diferències entre països, trobant la més alta en els països del nord d'Europa (15-20 %) (Leijon et al., 2013). Fora d'Europa, destaca la baixa prevalença (1,5 %) en hospitals de Xina (Jiang et al., 2014), y les prevalences excepcionalment elevades a Jordània (24 %) (Alja'afreh i Mosleh, 2013) o en nens en 14 hospitals suïssos (26,5 %) (Schlüer et al., 2013).

En centres socio-sanitaris, les dades sobre la prevalença publicats, oscil·len entre el 10% en un país amb molta població de la tercera edat com és Japó (Igarashi et al., 2013), el 9 % a Irlanda (Moore i Cowman, 2012) i més elevats als Estats Units (Park-Lee i Caffrey, 2009) o Jordània (Aljezawi et al., 2014). En l'àmbit comunitari hi ha pocs estudis disponibles, amb una prevalença del 16 % a Irlanda (Skerritt i Moore, 2014) o del 0,74 per 1.000 habitants en un àrea sanitària del Regne Unit (Vowden i Vowden, 2009).

A Espanya, des de 1999, a partir de la realització del primer estudi pilot sobre epidemiologia de les UPP en la Comunitat de La Rioja, el *Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento en Úlceras por Presión y Heridas Crónicas (GNEAUPP)* ha intentat fer visible la importància d'un problema submergit i devaluat mitjançant la realització d'estudis epidemiològics d'àmbit nacional. L'últim d'ells, publicat al 2014 (Pancorbo-Hidalgo et al., 2014), conclouïa que la prevalença de les UPP a Espanya no havia disminuït en l'any 2013 respecte a anys anteriors, i fins i tot s'havia duplicat en els centres socio-sanitaris. La major prevalença trobada es corresponia amb les unitats de cures intensives (18 %), seguides dels centres socio-sanitaris (13,4 %) i els hospitals d'adults (7,9 %). Tanmateix, el 65,6 % de les UPP eren nosocomials i només el 29,4 % es varen produir en els domicilis.

La identificació dels pacients en risc de patir UPP, com és el cas dels LM, és fonamental per portar a terme intervencions adequades que ajudin a prevenir el desenvolupament d'aquest tipus de lesions. En les UPP el dany del teixit està relacionat amb factors intrínsecs i extrínsecs. Els factors extrínsecs inclouen la

pressió, les forces de fricció i cisalla, la immobilitat i la humitat; mentre que els factors intrínsecs estan relacionats amb el pacient, com la sèpsia, infeccions locals, disminució del control autònom, nivell de consciència alterat, edat avançada, malaltia oclusiva vascular, anèmia, malnutrició, pèrdua de sensibilitat, espasticitat i contractures (Kruger et al., 2013).

Coleman i col·laboradors, en una revisió sistemàtica de 54 estudis (Coleman et al., 2013), varen identificar el grau de mobilitat o activitat i la perfusió com els factors de risc que més freqüentment apareixen com predictors independents del desenvolupament de l'UPP. Endemés, l'estat de la pell o úlcera, particularment relacionat amb una gravetat de grau I, va aparèixer també com una important variable de risc de desenvolupament d'UPP. Altres factors, com la humitat de la pell, l'edat, les mesures hematològiques, la nutrició i l'estat de salut general també semblaven importants, encara que no tan freqüents com els tres anteriors. Finalment, alguns factors que podrien ser rellevants, però que només es varen incloure en un petit nombre d'estudis, eren la temperatura corporal i la immunitat, requerint una investigació més profunda.

1.4.6.5 Impacte socioeconòmic

Les UPP no només afecten als pacients al reduir la seva qualitat de vida, sinó també al personal sanitari en termes d'augment de la càrrega de treball relacionada amb la documentació, el tractament, la prevenció i la recollida de dades. A més a més, les UPP estan associades amb l'augment dels costos i l'ús dels recursos sanitaris, per lo que tenen un important impacte en els sistemes de salut (Bennett et al., 2004; Brem et al., 2010; Stinson et al., 2013).

Els anàlisi econòmics han adquirit cada vegada més importància com a base per decidir els tractaments i intervencions en els pacients amb risc de patir UPP. Un estudi, realitzat per Bennett i col·laboradors en el Regne Unit (Bennett et al., 2004), va estimar que el cost de les úlceres per pressió suposava fins al 4 % de la despesa del sistema sanitari del Regne Unit, anant d'entre els 1.400 i 2.100 milions de lliures per any. També s'ha estimat que un hospital general del districte mig en el Regne Unit gastava entre 600.000 i 3 milions de lliures en el tractament de les UPP cada any. Més recentment, un altre estudi en els Estats Units, conclou que el cost per admissió de pacients amb UPP de grau IV produïdes a l'hospital, era d'una mitjana de 129.248 dòlars (Brem et al., 2010). Per últim,

Palfreyman i Stone varen portar a terme una revisió sistemàtica de la literatura a propòsit de l'impacte econòmic de les intervencions relacionades amb les UPP (Palfreyman i Stone, 2015). En general, els estudis analitzats posen de manifest que el cost del tractament creix amb la gravetat de la lesió al augmentar el temps de cicatrització i la incidència de complicacions.

La despesa econòmica que el tractament de les UPP suposa als governs suggereix que la prevenció constitueix l'estratègia més eficient i en la que s'haurien de centrar els esforços i recursos dels sistemes sanitaris. Aquesta prevenció ha de ser de dos tipus: primària, per evitar l'aparició d'úlceres per pressió en els pacients de risc, i secundària, relacionada amb la progressió de les lesions i les possibles complicacions associades.

Per fer encara més palesa la magnitud del problema a nivell costos versus prevenció a nivell sanitari, és necessari conèixer que els pacients hospitalitzats per tractament quirúrgic de les UPP han representat, en els últims tres anys, una ocupació anual del 20% dels llits, el que indica la seva importància i genera en els mateixos una pèrdua de cost / oportunitat. El cost en aquest període a la Unitat de Lesionats Medul·lars de la Vall d'Hebron de Barcelona ha estat, sense incloure el cost de la cirurgia, de 4.112.460 €. La mitja d'ingrés per UPP és de 21 dies. Tres dies d'hospitalització tenen un cost aproximat de 2000 euros. La cura d'una UPP pot anar dels 40.000 € als 120.000 € (González Viejo et al., 2016).

1.4.6.6 Conceptes bàsics en la curació d'úlceres per pressió

La resposta fisiològica a una lesió tissular comprèn tres fases principals de cicatrització de ferides: inflamació, proliferació i maduració (o modelat) (**Figura 1.15.**) (Gurtner et al., 2008).

- **Fase inflamatòria** (dies del 1 al 6): serveix inicialment per contraure vasos lesionats, i destruir els agents lesius mitjançant una resposta cel·lular de reclutament de neutròfils, macròfags i limfòcits.
- **Fase proliferativa** (del dia 4 a la setmana 3): comença una cascada de formació de la matriu extracel·lular necessària per la angiogènesi i la reepitelització.

- **Fase de maduració** (setmana 3 a 2 anys): implica la remodelació del col·lagen que, en última instància, produeix una crosta amb una força màxima de tensió, que comença aproximadament als 60 dies, del 80 % de la força de pre-lesió.

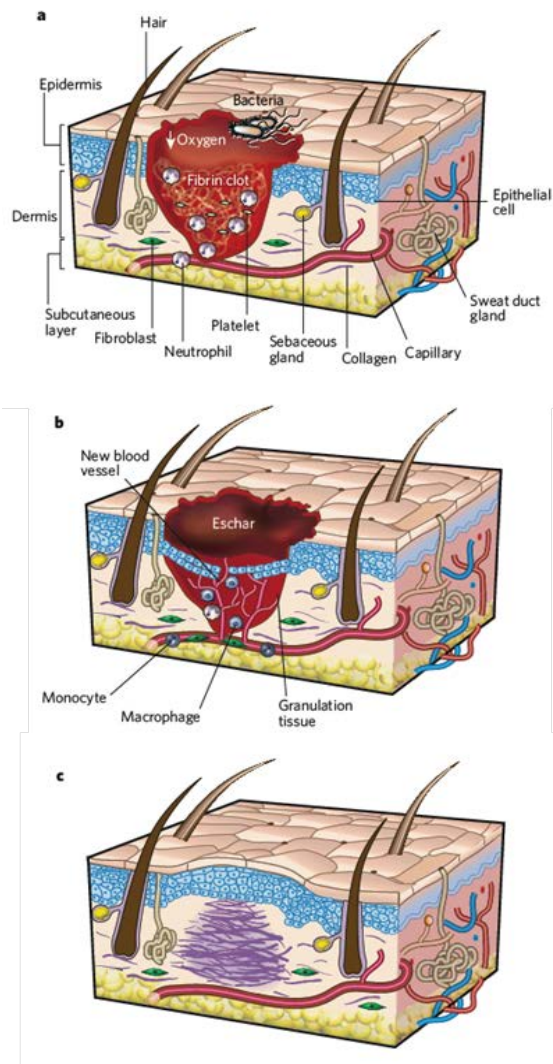


Figura 1.15. Etapes clàssiques de la reparació de ferides. (A) Fase d'inflamació, (B) fase proliferativa o de formació de nou teixit i (C) fase de maduració o de remodelat. Gurtner et al., 2008.

Tanmateix, en el context de les UPP, el procés de cura de la ferida s'atura o es veu obstaculitzat per múltiples factors, i existeixen certs requisits per que les UPP reprenguin el procés normal de curació de la ferida. El maneig clínic de l'UPP té com a objectiu estimular la cicatrització fisiològica de la ferida, alleujar la pressió,

el desbridament, el control de la colonització o infecció de la ferida, la suplementació nutricional i les mesures per prevenir les recidives.

✓ *Alleujament de la pressió*

L'alleujament de la pressió és el tractament conservador estàndard per una UPP que no cicatritza. Les institucions per pacients hospitalitzats han d'avaluar les àrees de pressió i implementar alleujament de pressió amb llits especials i matalassos, complir amb ordres de gir, ús de protectors per el taló, cunyes o eliminació de qualsevol font de pressió extrínseca (com corretges, coixins, sistemes de seguretat, tubs intravenosos, catèters, etc.). En l'entorn ambulatori, és una bona pràctica realitzar un anàlisi del entorn familiar del pacient amb una entrevista exhaustiva en cada visita a la clínica. Saber si el pacient aconsegueix amb els protocols d'alleugement de pressió mentre està assegut, la quantitat d'hores assegut per dia, problemes amb la cadira de rodes o coixí, hàbits de transferència o protocols, hàbits de canvi o posicionament mentre dorm, tipus de llit o matalàs utilitzat, canvis en els cuidadors o una major independència en la llar, sovint revelarà factors de risc potencials. Els treballadors socials, els fisioterapeutes i el personal de l'equip domèstic són una part vital de l'equip multidisciplinari a l'hora de determinar las necessitats d'atenció domiciliària que contribueix a alleugerir la pressió insuficient per una UPP nova o recurrent.

✓ *Desbridament*

L'eliminació del teixit mort és essencial per permetre la granulació del teixit i l'organització precisa de la ferida. Per tant, el desbridament és un dels requisits més bàsics per la cicatrització normal de ferides. Avaluar una ferida en el moment i la necessitat d'un desbridament adequat és vital. El pacient pot beneficiar-se del desbridament quan s'indica un desbridament enzimàtic, mecànic, biològic (per exemple, teràpia de cucs) o afilat. El teixit necròtic servirà com a niu per la colonització i la infecció que obstaculitzarà i allargarà el procés de curació. Existeixen limitacions pràctiques de les estratègies del desbridament a peu de llit, y és molt important identificar quan aquestes estratègies han fallat, i considerar la cirurgia quan estigui indicada.

✓ *Infecció i osteomielitis*

La infecció és una de les comorbiditats més comuns que condueix a complicacions en la curació de les UPP. Els microorganismes més comuns aïllats de les UPP són *Proteus mirabilis*, *Streptococcus* del grup D, *Escherichia coli*, espècies de *Staphylococcus*, espècies de *Pseudomonas* i *Corynebacterium*. En pacients amb úlceres extenses o que estan immuno-compromeses, els signes d'infecció sistèmica (leucocitosi, febre, hipotensió, taquicàrdia i alteració del estat mental) han de tractar-se de forma agressiva. El control de la colonització i infecció de la ferida ha de ser una prioritat, però ha de valorar-se en contraposició a l'ús excessiu d'antibiòtics d'ampli espectre. La creixent incidència de *Staphylococcus aureus* resistent a meticil·lina, espècies de *Enterococcus* resistents a vancomicina i bacils gramnegatius productors de betalactamasa d'espectre estè, és un problema nacional important (Leclercq, 2009). Endemés, els efectes secundaris dels antibiòtics d'ampli espectre són causes importants de morbiditat del pacient. Entre les fonts secundàries de sèpsia més comuns, s'inclouen el cateterisme intermitent, catèters permanents, antecedents de procediments urològics (augment de la bufeta, urostomia, cateterització suprapúbica) i infeccions recurrents del tracte urinari polimicrobians (Montgomerie, 1997; Morton et al., 2002). Si és necessari, un equip mèdic ha de consultar a un especialista en malalties infeccioses per tractar les infeccions, sovint complexes, multifactorials, multiorgàniques i polimicrobianes en la població de lesionats medul·lars.

D'especial consideració és el diagnòstic i tractament de la osteomielitis en les UPP, àrea de certa controvèrsia. Les radiografies simples poden ser confirmatòries, però no tenen prou sensibilitat. Les exploracions òssies nuclears tenen una alta taxa de falsos positius i no són útils ni recomanables. S'ha vist que la ressonància magnètica té major sensibilitat i tasses d'especificitat (Bauer i Phillips, 2008). L'estàndard d'or per el diagnòstic de la osteomielitis és la biòpsia òssia. El cultiu profund i la histopatologia d'una biòpsia òssia és lo que determina la duració del tractament amb antibiòtics. Lewis i col·laboradors (Lewis et al., 1988) varen realitzar un assaig cec prospectiu de proves comunament utilitzades per diagnosticar osteomielitis per UPP, trobant que la combinació d'una radiografia simple, el recompte de glòbuls blancs i la velocitat de sedimentació globular és el mètode més adequat per diagnosticar l'osteomielitis. Marriott i Rubayi informaren que els canvis inflamatoris crònics en la histologia o

osteomielitis crònica, sense colonització bacteriana, poden tractar-se breument en el període perioperatori sense seqüeles clíniques (Marriott i Rubayi, 2008). Malgrat això, el tractament d'elecció és l'administració d'antibiòtics intravenosos durant 6 setmanes si el cultiu ossi i la sensibilitat són positius per l'osteomielitis aguda amb colonització bacteriana (Lewis et al., 1988; Marriott i Rubayi, 2008).

✓ *Nutrició*

La nutrició és un component crític en la cicatrització normal de ferides, una relació que es coneix des de l'antiguitat. El NPUAP ha identificat que la nutrició és un aspecte important del pla d'atenció integral per a la prevenció i el tractament de les UPP (Dorner et al., 2009). Les troballes de l'examen físic de desnutrició poden ser evidents en la pèrdua de pes, el to o qualitat de la pell i del cabell, la massa muscular i els signes de síndrome de desgast (pal·lidesa, caquèxia i manca de gana, entre d'altres). Els marcadors bioquímics ben estudiats per indicar desnutrició han de ser estudiats, incloent l'anàlisi de proteïnes sèriques (albúmina <3.5 mg/dl, prealbúmina <15 mg/dl, transferrina <200 mg/dl), balanç de nitrogen, colesterol total i creatinina (Dorner et al., 2009; Kavalukas i Barbul, 2011). El pacient desnodrit està predisposat a un major risc de sèpsia, pneumònia, dependència del respirador artificial i les seves complicacions, així com d'una curació fallida o perllongada de les ferides. En 2009, el NPUAP i el EPUAP publicaren conjuntament directrius per l'avaluació nutricional en pacients amb UPP (Dorner et al., 2009). Segons aquestes directrius, s'ha de consultar a un nutricionista o que aquest sigui un membre permanent de l'equip de tractament per assegurar que s'administren els suplementes de proteïna recomanada (1,25-1,5 g de proteïna/kg) i de no proteïna (30-35 Kcal/kg). Hem de tenir present que, en el cas de pacients quirúrgics, la cirurgia en sí mateixa, moltes vegades deprimirà la tendència inicial dels paràmetres nutricionals durant la reacció de fase aguda després del procediment (~7 dies), però és d'esperar la recuperació amb un suport nutricional adequat (Nakamura et al., 1999). Curiosament, s'ha demostrat que la escissió i la reconstrucció de l'úlcer donen com a resultat la correcció de l'anèmia, la proteïna sèrica i els marcadors de la inflamació, el que suggereix és que aquests indicadors clínics són conseqüència de la UPP i de l'estat catabòlic (Scivoletto et al., 2004; Tchanque-Fossuo i Kuzon, 2011).

✓ *Superfícies de suport i llits especials*

Les superfícies de suport i els llits especials són una modalitat generalitzada en el tractament i la prevenció de les UPP. Hi ha molts productes disponibles en el mercat i la seva disponibilitat depèn de la institució. Al 1992, Bryant va introduir un sistema de classificació que distingeix 3 tipus de dispositius: superfícies per matalassos, reemplaçament de matalassos i llits especials. Les superfícies per matalassos estan dissenyats per col·locar-se directament sobre un matalàs. Els sistemes de reemplaç de matalàs són per l'ús d'una carcassa de llit d'hospital sense matalàs a sota, i els llits especials són unitats independents que substitueixen als llits d'hospital. Les superfícies i reemplaçaments dels matalassos utilitzen aigua, gel, escuma, aire i combinacions com a mitjans. Poden ser estàtics (redistribuint la pressió sobre un àrea de teixit més ample) o sistemes dinàmics (utilitzant una font d'alimentació per alternar les corrents d'aire i la pressió contra el cos). Els llits especials inclouen llits de baixa pèrdua d'aire (que utilitzen matalassos separats plens d'aire monitoritzats individualment) i llits fluidificats amb aire (utilitzant aire calent forçat mitjançant modelat de silicona per simular un ambient fluid) (Bryant, 1992).

Un factor important per la comparació d'aquets dispositius és si la superfície redueix la pressió sobre les prominències òssies a una pressió per sota de la capil·lar (32 mm Hg). Com que aquesta pressió no pot mesurar-se directament, la pressió de la interfície tissular s'utilitza com una estimació, definida com la força per unitat d'àrea que actua perpendicularment entre un cos i la superfície de suport, i es calcula utilitzant un sensor de pressió col·locat entre el pacient i el suport. A partir d'aquestes mesures, hi ha hagut classificacions històriques de dispositius "reductors de pressió" que mantenen les pressions més baixes que amb el llit hospitalari estàndard però no constantment per sota de la pressió de tancament capil·lar, i dispositius de "alleujament de pressió" que redueix constantment la pressió per sota de la pressió de tancament capil·lar. El terme més genèric de descriure el matalàs i la tecnologia de llits especials és "dispositius de redistribució de pressió" amb diferents denominacions, depenent de la necessitat clínica. La majoria de les superfícies y matalassos de reemplaç es consideren els dispositius de redistribució de pressió menys sofisticats i sense monitorització, mentre que els llits de baixa pèrdua d'aire i fluiditzades amb aire

es consideren superfícies avançades de redistribució de pressió amb monitorització.

La relativa manca d'investigació que compari les superfícies de recolzament en relació amb la quantitat de productes disponibles, subratlla la necessitat de continuar els estudis per definir les pautes d'ús i tractament. Malgrat això, existeixen alguns estudis publicats sobre el tema. Per exemple, per les superfícies de redistribució de pressió dirigides a la prevenció d'UPP, una revisió recent de la Base de Dades Cochrane dels estudis disponibles assenyalen que els matalassos d'escuma, generalment, són més efectius que els matalassos estàndard (McInnes et al., 2011).

Els assajos clínics disponibles recolzen la relació cost-efectivitat dels llits de baixa pèrdua d'aire per prevenir UPP i accelerar la cicatrització en front als matalassos estàndard i indiquen una avantatge significativa en el temps de la curació de les UPP dels llits fluidificats per aire, enfront al matalàs d'aire alternant amb coixins d'escuma (Allman et al., 2011; Ferrell et al., 1993; Inman et al., 1993).

La selecció adequada de la superfície de suport ha d'adaptar-se a les necessitats individuals del pacient i ha de ser guiada pel judici clínic. Qualsevol pacient que es consideri en risc de desenvolupar UPP ha de col·locar-se en una superfície de redistribució de pressió avançada y monitoritzada. Els pacients que utilitzen cadires de rodes també han de ser avaluats per l'ús coixins personalitzats. Les recomanacions de l'equip de tractament d'una UPP existent, ha de ser un procés dinàmic d'avaluació continua del risc. Malgrat això, un pacient amb grans UPP en estadi III o IV en múltiples superfícies de gir ha d'usar un producte de redistribució de pressió motoritzada fins que es planifiqui un tractament definitiu. Quan els pacients són avaluats per una cirurgia reconstructora es realitza un mapeig de pressió preoperatoria, el qual es repeteix en el postoperatori quan han passat 8 setmanes aproximadament de la cirurgia, que és temps que passa el pacient sense realitzar un recolzament efectiu sobre la zona intervinguda, per lo que els coixins per cadira de rodes o les superfícies de suport es poden adaptar abans de la tornada a casa. Les úlceres recurrents requereixen una reavaluació de totes les superfícies de suport per una òptima gestió.

En resum, l'alleujament de la pressió, el desbridament, el control de la infecció, la nutrició, l'educació del pacient i els dispositius tecnològics, han de considerar-se conjuntament quan es planifica un protocol integral de curació i prevenció de les UPP. Malgrat aquestes estratègies, els pacients amb LM solen desenvolupar noves úlceres o recidives de gravetat variable i requereixen tractament.

1.4.6.7 Tractament

Un cop el pacient ha desenvolupat una UPP, es recomana el tractament immediat. El tractament pot ser no quirúrgic amb cures locals de les ferides (solucions, ungüents, cremes, apòsits, desbridament tòpic o mecànic i estimulació elèctrica); o quirúrgic (desbridament quirúrgic, tancament directe de ferides, empelts de pell i penjolls cutanis, fàscio-cutanis o miocutanis). En general, la gran majoria de les úlceres de grau I o II al final es curaran per segona intenció, però la curació pot millorar-se i ser beneficiosa per els pacients quirúrgics o per la cura de ferides no quirúrgiques. Les UPP en estadis I i II, generalment, només requereixen un tractament no quirúrgic, mentre que les úlceres en estadi III i IV comunament requeriran tractaments quirúrgics. Ambdues estratègies han d'incorporar la teràpia de redistribució de la pressió, la nutrició adequada, les precaucions d'ulceració i l'educació del pacient per tractar les úlceres ja existents i prevenir l'aparició d'úlceres noves recurrents (Kruger et al., 2013).

L'organització precisa d'una UPP, amb la seva descripció del dany histològic en les estructures de la pell, ja suggereix els principis generals del tractament (Kruger et al., 2013):

- I. Les úlceres de grau I requereixen alleujament de la pressió, un control clínic acurat i embenats hidratants.
- II. Les úlceres grau II, generalment, requereixen alleujament de pressió, antibacterians per controlar la infecció i un apòsit humit per la epitelització.
- III. Les úlceres de grau III i IV requereixen alleujament de la pressió, antibacterians d'ampli espectre per controlar la sobre infecció, el desbridament, el control de l'exsudat i,

en general, la reconstrucció dels teixits afectats amb cirurgia.

- *Cura local de les ferides*

La cura local de la ferida utilitza solucions de neteja, ungüents i cremes antimicrobianes, agents desbridants (per exemple, enzims proteolítics) i embenats (amb efectes actius o passius). Els productes per les cures de ferides varien segons la institució, però els principis generals segueixen essent els mateixos. El propòsit de les solucions de neteja és facilitar la curació d'una ferida al proporcionar irrigació, hidratació i disminuir la càrrega biològica de la ferida. La solució salina normal, sense activitat germicida, es recomana com agent hidratant i d'esbandida quan s'utilitzen altres solucions que poden irritar la pell o el teixit cicatritzant. Els canvis d'embenats humits o secs amb solució salina normal, mantenen la ferida humida i desbriden mecànicament el teixit superficial, però no han d'utilitzar-se en llits fluïdificats per aire amb temperatura controlada, ja que això deshidrataria dramàticament l'embenat després de l'aplicació. Endemés de la solució salina normal, les solucions de neteja més utilitzades (povidona iodada, àcid acètic i hipoclorit de sodi) tenen activitat antimicrobiana beneficiosa i alguns efectes tòxics sobre la cicatrització de ferides. La povidona iodada té efectes antimicrobians contra bacteris, espores, fongs i virus, encara que també s'ha demostrat que és tòxica pels fibroblasts *in vitro*. L'àcid acètic pot ser efectiu contra *Pseudomonas aeruginosa*, però pot canviar el color i l'olor del llit de la ferida i dificultar la interpretació del progrés. Finalment, el hipoclorit de sodi és adequat per la neteja, té certa activitat germicida i activitat de desbridament. Se sap que irrita el teixit local i alguns estudis suggereixen que el pretractament amb òxid de zinc pot minimitzar aquets efectes secundaris nocius. La formulació diluïda de hipoclorit de sodi amb àcid bòric, descrita pel químic anglès Henry Drysdale Dakin a principis del segle XX, encara s'utilitza avui en dia. Des de principis dels anys vuitanta, es disposa d'una versió comercial estable de la solució de Dakin (0,25% de força), que ha demostrat ser bactericida però conserva fibroblasts en la ferida (Heggors et al., 1991; Bauer i Phillips, 2008). S'ha de tenir en compte que l'ús, les indicacions i el temps de tractament amb aquets agents tòpics, que presenten potencials efectes nocius en el

microambient, és un tema de debat. L'ús d'aquestes solucions per la cura local de ferides varia en funció de les institucions i els professionals sanitaris. Tanmateix, apart d'aquests agents, molts unguents i cremes antibacterianes, disponibles actualment, assoleixen bons resultats terapèutics sense els efectes secundaris tòxics perjudicials pel teixit sa local.

Els unguents i cremes antibiòtiques són un dels pilars de la cura local de les ferides, essent les més comuns la bacitracina, la mupirocina, la sulfadiazina de plata i l'acetat de mafenida. La sulfadiazina de plata té àmplies propietats antimicrobianes que inhibeixen la replicació de l'ADN de múltiples espècies bacterianes, amb un dolor mínim en l'aplicació. Existeixen però, dades sobre l'aparició de leucopènia transitòria amb el seu ús en pacients amb grans cremades. L'acetat de mafenida, també utilitzat en el tractament de cremades, té una millor penetració de la crosta, però té com efecte secundari la acidosi metabòlica (Lee et al., 1988). L'elecció d'ungüents i cremes antibiòtiques depèn de la sensibilitat bacteriològica de la ferida.

Els agents desbridants químics aconseguixen l'eliminació del teixit necròtic, la crosta i la tosca, mitjançant el tractament tòpic d'enzims proteolítics en les ferides cròniques. El seu mecanisme d'acció es relaciona amb la degradació enzimàtica del col·lagen i la líquefacció de restes necròtics sense danyar el teixit de granulació. Aquests agents poden tenir un paper en pacients sensibles que són mals candidats per la cirurgia, o en la preparació de una ferida contaminada pel seu tancament definitiu. El desbridament agut, o l'extirpació quirúrgica de la crosta i el teixit mort, continua sent una forma eficaç d'alterar la història natural d'una ferida.

Els embenats per UPP es divideixen en dos categories principals: d'acció passiva i d'acció activa en la ferida. Els apòsits passius venen en una varietat de formes. Els embenats adhesius transparents són semipermeables, no absorbents i oclusius, el que permet l'intercanvi gasós i la transferència de vapor d'aigua de la pell per evitar la maceració. No funcionen bé en ferides amb exsudats excessius. Els apòsits d'obles adhesives d'hidrocol·loides contenen partícules hidroactives que interactuen amb els exsudats de la ferida formant una substància gelatinosa, ajudant al drenatge de la ferida. Proporcionen absorció de quantitats mínimes a moderades d'exsudat i mantenen la superfície de la

ferida humida. Els apòsits en gel mantenen humida la superfície de la ferida, sempre que el gel no es deshidrati i s'elimini de forma atraumàtica. Els apòsits d'alginat de calç deriven d'algues brunes i són semioclusives, altament absorbents, naturals i estèrils. Finalment, Els apòsits actius tenen indicacions similars en ferides d'exsudat de moderades a greus i propietats antimicrobianes (per exemple, embenats impregnats de plata) o propietats de sostén de col·lagen.

- *Tractament de ferides per pressió negativa*

Al 1997, els cirurgians plàstics Louis Argenta i Michael Moryk, de la Facultat de Medicina de la Universitat Wake Forest, varen presentar la seva investigació experimental i clínica de 9 anys utilitzant el dispositiu de tancament de ferides assistit per buit en una varietat de ferides agudes, subagudes i cròniques, demostren la presència de teixit de granulació i tancament exitós de la ferida amb aquesta nova tecnologia (Argenta i Morykwas, 1997; Morykwas et al., 1997). Teoritzaren respecte a que el dispositiu millorava el flux sanguini local, eliminava l'edema crònic i reduïa els recomptes bacterians en el llit de la ferida. Des d'aleshores, el tractament de ferides per pressió negativa s'ha convertit en una eina important en el maneig d'un ampli espectre de ferides. El dispositiu de regulació del buit proporciona una pressió negativa controlada, contínua o intermitent, a la ferida a través d'apòsits hermètics, que es canvien cada segon o tercer dia. L'ús d'aquesta tècnica s'ha descrit per ferides cròniques que inclouen úlceres per pressió, on la teràpia és particularment beneficiosa en pacients que són pobres candidats quirúrgics, requereixen atencions importants, han fracassat en operacions prèvies o desenvolupen àrees de dehiscència de la ferida després de la cirurgia (Evans i Land, 200; Ford et al., 2002).

Existeixen algunes consideracions especials en l'ús de la pressió negativa en pacients amb LM. En primer lloc, el seu ús està contraindicat en ferides amb estructures vitals exposades, exsudats de important gruix, material necròtic o purulència significativa que farà que la teràpia sigui ineficaç o condueixi a complicacions hemorràgiques (Argenta i Morykwas, 1997). S'ha descrit que la complicació de la teràpia per pressió negativa, encara que molt rara, emmascara la presentació clínica de la fascitis necrosant en un pacient amb paraplegia (Citak

et al., 2010). En segon lloc, l'escuma del dispositiu pot irritar la pell normal, per lo que la seva aplicació apropiada en pacients amb LM pot ser un desafiament important. En algunes àrees pot ser difícil aconseguir un segellat adequat degut a la fràgil integritat de la pell (Aydin i Ozgenel, 2008). Finalment, la aplicació del dispositiu de pressió negativa en pacients amb LM ha de ser monitoritzada amb cura, perquè l'escuma del dispositiu no generi nous punts de pressió sobre la pell sana, el que conduiria a noves úlceres. Malgrat aquestes consideracions, el tractament d'úlceres per pressió negativa ha sigut una contribució revolucionària en el camp de la cura de ferides i seguirà essent una opció important en el tractament d'UPP, especialment perquè simplifica el tractament de ferides cròniques en la població envellida i com una opció de tractament ambulatori (Orgill i Bayer, 2011).

- *Estimulació elèctrica*

L'estimulació elèctrica s'ha utilitzat per millorar la cicatrització de ferides durant més de 50 anys (Carey i Lepley, 1962). S'ha postulat que la corrent elèctrica atrau fibroblasts i macròfags, millora la microcirculació de la ferida estimulant directament els nervis cutanis locals i dirigeix la migració de cèl·lules mare mesènquimals (Baker et al., 1996; Griffin et al., 2011). Baker i col·laboradors varen descriure la seva experiència en la identificació d'una forma d'ona bifàsica de corrent elèctrica com el protocol òptim de curació de ferides en 80 pacients amb LM tractats durant 45 minuts/dia durant 4 setmanes (Baker et al., 1996). En base a aquets estudis, l'ús de l'estimulació elèctrica com a complement a la cura local de la ferida, es pot utilitzar tant en pacients hospitalitzats com ambulatoris, i és particularment útil per accelerar la cicatrització de dehiscències de ferides petites que poden produir-se en pacients post-quirúrgics d'alt risc.

- *Tractament quirúrgic*

Quan fracassen els tractaments conservadors, com en el context de les úlceres cròniques profundes de grau III o IV, es recomana l'escissió quirúrgica i la reconstrucció, donat que la cirurgia d'UPP es considera freqüentment el tractament d'elecció, l'equip multidisciplinari ha d'abordar varis factors abans de considerar a un pacient com un bon candidat per a la cirurgia. El pacient amb comorbiditats mèdiques cròniques (per exemple, diabetis mellitus, hipertensió,

desnutrició, anèmia) ha d'estabilitzar-se en el període preoperatori i, si és necessari, estratificar-se segon el risc per part dels especialistes per un procediment quirúrgic de varies hores sota anestèsia general. Els espasmes musculars han de controlar-se, ja que posen en perill la cicatrització del penjoll, produint un major risc de dehiscència de la ferida, seroma o formació de bursa, ja sigui mèdicament o amb diversos procediments o intervencions quirúrgiques (per exemple, toxina botulínica o alliberació de la contractura). Si l'úlceres estan molt a prop de l'anús, el judici clínic ha d'abordar la necessitat de derivació intestinal mitjançant colostomia. Quan una úlcera afecta a la uretra perineal en homes, també s'ha de considerar la derivació urinària temporal o permanent. Finalment, el pacient amb LM ha de sotmetre's a una avaluació psicològica completa i al tractament de qualsevol condició preexistent abans de l'operació. Aquesta avaluació serveix com a mètode de valoració de risc de compliment pel pacient que és crucial pel complet èxit de curació de la ferida. Tots els pacients quirúrgics s'afronten a una estància hospitalària dura tant físicament com psicològica, i a la necessitat de rehabilitació i recuperació ambulatoria.

El maneig quirúrgic de les UPP involucra una varietat d'opcions, des del desbridament simple amb tancament directe, l'empelt de pell, penjolls fasciocutanis, penjolls miocutanis, osteotomia femoral proximal combinada i reconstrucció del penjoll (procediment de Girdlestone), fins a l'amputació d'extremitats inferiors en fase final (Bruck et al., 1991; Rubayi i Chandrasekhar, 2011). Existeixen varies avantatges pel tancament quirúrgic d'una UPP amb penjoll musculars en la LM, inclòs el desbridament definitiu de la ferida amb cobertura de pell i teixits tous, eliminació de l'espai mort, millor vascularització, millora de l'osteomielitis subjacent, millor penetració d'antibiòtics i restauració de teixits elàstics per resistir l'efecte cisalla, la fricció i la pressió. Una reconstrucció integral permetrà al pacient recuperar les activitats de la vida diària de manera més eficient. L'elecció de la reconstrucció depèn de la ubicació anatòmica de l'UPP, i existeixen varies opcions per les úlceres sacres, coccígies, isquiàtiques i trocantèries més comuns (Rubayi i Chandrasekhar, 2011). Quan existeix una patologia de maluc aquest és un factor que contribueix a l'UPP (per exemple, erosió artrítica, subluxació, rotació, dislocació o fractura), i en aquests casos una osteotomia femoral proximal unilateral o bilateral amb reconstrucció de penjoll, o

el procediment de Girdlestone, està indicat en alguns pacients, particularment en aquells que recidiven.

Quan es requereix la reconstrucció de múltiples UPP, un únic procediment quirúrgic ha demostrat tenir avantatges en LM, amb estàncies hospitalàries i procediments anestèsics més baixos que, en última instància, suposaran costos més baixos (Rubayi i Burnett, 1999). Finalment, la malaltia en fase terminal representa al pacient amb múltiples reconstruccions fallides de penjolls previs i procediments de Girdlestone amb ulceració recurrent extensa. Davant d'aquest escenari, és necessària l'amputació unilateral o bilateral i la reconstrucció total del penjoll de la cuixa (Rubayi i Chandrasekhar, 2011).

Les complicacions postoperatòries de l'UPP, les tasses de recurrència i les tasses de mortalitat han sigut determinades mitjançant estudis retrospectius o sèries de casos (Tchanque-Fossuo i Kuzon, 2011). Les dades publicades d'aquets estudis o de revisió sistemàtiques mostren una recurrència de les UPP després de la reconstrucció que varia àmpliament entre el 2,9 fins el 33,3 % i tasses globals de complicacions varien entre 6,6 i 53 %. Les complicacions més freqüents són la sèpsia, la dehiscència de la ferida, l'hematoma, el seroma, la pèrdua parcial del penjoll i la necrosi del penjoll total (Tchanque-Fossuo i Kuzon, 2011). Els episodis de múltiples recidives i de malaltia en fase terminal, representen un dilema moral i ètic per el cirurgià reconstructiu, al aconsellar als pacients i a les seves famílies sobre els procediments quirúrgics continuats.

1.4.6.8 Úlceres per pressió en la lesió medul·lar

En les persones amb LM l'absència de mobilitat i sensibilitat, així com certs canvis fisiològics inherents a la lesió, determinen un major impacte de la pressió. Tot plegat unit a la humitat derivada de la incontinença i a les alteracions nutricionals i vasculars conseqüents al dany neurològic, fan que ens trobem davant un problema de primer ordre en aquets tipus de pacients (Regan et al., 2009).

La incidència de les UPP en la població de LM és del 25-66 % (Fuhrer et al., 1993; Regan et al., 2009). També s'ha descrit que els pacients amb LM d'alt nivell són més susceptibles de patir UPP que les persones amb LM de nivell inferior (Fuhrer et al., 1993). Endemés, un 25 % de les UPP en LM es classifiquen

com severes (graus III i IV) (Regan et al., 2009). La manca de sensibilitat protectora, l'atenció domiciliària variable, la dificultat d'accés a equips per alleugerir la pressió i les comorbiditats associades (per exemple, diabetis, anèmia, desnutrició) contribueixen al alt risc de desenvolupar UPP en aquesta població.

En la actualitat, la identificació de biomarcadors implicats en el dany tissular en individus amb LM està poc avançada, encara que comença a ser una línia d'investigació emergent (Gefen, 2014). Estudis realitzats en models animals han identificat canvis en les concentracions en sèrum i orina de algunes molècules implicades en la lesió dels teixits com conseqüència de la pressió (Rappl, 2008).

S'ha proposat que la afectació neurològica en la LM comporta una sèrie de canvis bioquímics i metabòlics en la pell subjacent al lloc de la lesió, que generalment no s'estabilitzen fins els tres o cinc anys després de la mateixa. Endemés, es creu que, una vegada desenvolupada l'UPP, els canvis en el teixit insensible poden influir també en la taxa de curació de l'úlcer. (Rappl, 2008).

Aquets canvis inclouen:

- I. Disminució de fibronectina, una glicoproteïna implicada en l'activitat dels fibroblasts.
- II. Disfuncions vasculars.
- III. Disminució de la densitat de receptors adrenèrgics.
- IV. Reducció del flux i pressió sanguínia.
- V. Reducció de la pressió d'oxigen (PO_2). S'ha descrit que la pressió d'oxigen transcutani ($PtcO_2$) és un bon indicador d'isquèmia local (Wyss et al., 1988).
- VI. Disminució de la concentració d'aminoàcids (hidroxiprolina, hidroxilisina, prolina i lisina).
- VII. Disminució d'enzims de biosíntesi.
- VIII. Menor proporció de col·lagen tipus I i tipus III.
- IX. Augment significatiu i ràpid del catabolisme del col·lagen reflectit en la presència de metabòlits de col·lagen en orina.

És important tenir en compte aquets canvis per conèixer la predisposició dels pacients amb LM a desenvolupar úlceres per pressió, així com la gravetat del

risc, i poder així adaptar els mètodes de prevenció a les necessitats de cada pacient (Rappl, 2008).

Per altre banda, la recurrència d'una UPP té gran rellevància en els pacients amb LM i es defineix com la lesió de qualsevol grau que es localitza en el mateix lloc anatòmic que l'UPP inicial dins dels 12 mesos següents al tancament complet de la mateixa (Bates-Jensen et al., 2009). La seva elevada prevalença afecta a la supervivència d'aquets pacients, ja que la recurrència de les UPP s'associa a un increment de la mortalitat d'aquesta població, tenint en compte, a més a més, que més d'un 85 % desenvolupen UPP en algun moment de les seves vides (Krause i Broderick, 2004).

La presència UPP influeix també en la rehabilitació dels pacients amb LM (Regan et al., 2009), en termes de retràs en la sedestació, agreujant moltes de les complicacions clíniques associades a la LM, tals com infeccions urinàries i respiratòries recurrents, estrenyiment, complicacions vasculars, atrofia muscular, augment del dolor i espasticitat. A nivell psicològic, el retràs en la sedestació implica aïllament social, depressió i, en general, greus seqüeles psicosocials per aquets pacients i el seu entorn (Saikkonen et al., 2004).

1.4.6.9 Prevenció d'úlceres per pressió en lesionats medul·lars

Evitar que es produeixin UPP i les seves recidives després d'un tractament exitós, és el maneig òptim d'aquest difícil problema en la població de LM. La prevenció comença pel pacient, però el seu esforç ha de ser estimulat i encoratjat per un equip multidisciplinari, especialment en pacients joves amb lesions noves i en persones grans amb llarga evolució de la LM amb pèrdua funcional derivada de la sarcopenia i reducció de la capacitat per a realitzar les pulsions que protegeixen de la pressió.

El coneixement sobre la relació entre els estils de vida dels pacients i el risc de patir UPP és actualment un àrea d'investigació en curs. Jackson i col·laboradors varen portar a terme una investigació qualitativa per comprendre els estils de vida més rellevants en el desenvolupament d'UPP, suggerint que els pacients amb LM presenten, al menys, vuit característiques que determinen el seu risc (Jackson et al. 2010):

- 1 Perill permanent (els pacients amb lesió medul·lar estan en constant risc de patir úlceres per pressió).
- 2 Canvis en la rutina.
- 3 Reducció dels comportaments preventius.
- 4 Rati estil de vida/risc.
- 5 Independència.
- 6 Presència simultània de motivació i conscienciació.
- 7 Estil de vida de compensació.
- 8 Accés a l'atenció i serveis necessaris.

Tanmateix, en una revisió sistemàtica de 19 estudis sobre la prevenció de UPP en pacients amb LM, Groah i col·laboradors varen incloure que algunes recomanacions podien reduir el risc d'UPP (Groah et al., 2015). Així, s'ha d'evitar la posició lateral de 90° en el llit degut al risc d'UPP sobre el trocànter. En sedestació, les pressions són linealment redistribuïdes durant la inclinació i reclinació, però la reclinació comporta un increment del risc de forces de cisallament sobre la pell.

Donat que els factors de risc relacionats amb l'estil de vida poden ser molt diferents entre pacients, la determinació del perfil de risc ha de consistir en una avaluació individualitzada, amb la definició i implementació d'estratègies de prevenció individualitzades. Actualment, la divulgació d'estratègies per la prevenció de les UPP depèn, en general, de les institucions, i és necessària una major investigació sobre la millor manera de dissenyar programes de divulgació que promoguin efectivament la prevenció en pacients amb alt risc de desenvolupar UPP (Kruger et al., 2013)



Figura 1.16. Control ecogràfic durant l'etapa de descans a LA PAZ (BOL) 3.640m

SEGONA PART: ESTUDI CIENTÍFIC

2 INTRODUCCIÓ I PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA:

Després de la LM completa (T7-T8) que va patir el pilot Isidre Esteve en el ral·li d'Almeria 2007 en la categoria de motocicletes, l'any 2009 el pilot torna a participar en el ral·li Dakar, aquesta cop i per primera vegada, en la divisió de cotxes, pilotant un vehicle adaptat. El pilot aconsegueix acabar el ral·li Dakar 2009, però ho fa patint importants lesions en la zona dels isquis degut a UPP. La recuperació va requerir de tres intervencions quirúrgiques a nivell isquiàtic, de llargues hospitalitzacions per realitzar cures, controls i de diverses aplicacions de tractament mitjançant Plasma Ric en Plaquetes (PRP).

Durant l'any i mig que va durar el tractament per resoldre les nafres per pressió, el pilot va veure's obligat a restar durant els darrers 4 mesos, en decúbit pro i lateral per tal de permetre la regeneració del teixit lesionat.

Com ja s'ha comentat en el marc teòric, la disminució de la funció motora i sensorial contribueixen significativament a les UPP, que són una alteració de la pell i del teixit cel·lular subcutani (podent fins i tot afectar teixits subjacents com músculs, tendons, càpsules articulars,...), que normalment se situa sobre una prominència òssia, com a resultat de la pressió combinada amb la fricció i/o cisalla. Les UPP poden arribar a limitar fins i tot més que la pròpia lesió medul·lar. Patir totes dues es converteix en una greu disminució de la qualitat de vida de la persona afectada.

El present estudi s'ha centrat en la prevenció d'UPP mitjançant el primer prototip de coixí instrumentat antiescares que ha permès al subjecte estudiat, pilot de ral·lis afecte de LM, en la seva activitat d'alt risc d'UPP, afrontar la participació en la prova més exigent i extrema, amb la millor garantia possible per intentar evitar l'aparició de lesions d'UPP (que ja va patir de manera severa en el mateix ral·li Dakar 2009).

Poder estendre aquest prototip a persones amb mobilitat limitada, per LM o altres patologies que, a causa del nivell lesional, no poden realitzar pulsions per alleujar la pressió a la zona isquiàtica o que en la seva activitat diària passen massa hores sense canviar de posició amb el conseqüent risc d'UPP, és un dels

objectius de la FIE, i aquest assaig ha estat un pas important per assolir aquest objectiu. L'estudi, doncs, forma part dels diferents assajos d'investigació sobre l'anàlisi i comportament de la pell amb el coixí intel·ligent de la FIE, tots ells necessaris per tal de poder validar de manera objectiva i científica el seu comportament real.

2.1 Hipòtesi i Objectius:

Hipòtesi

La creació d'un coixí intel·ligent especialment dissenyat pot reduir o evitar l'aparició d'UPP en pacients amb LM en condicions extremes.

Objectius

L'objectiu de l'estudi és avaluar els efectes i comportament diari de la pell en condicions extremes amb el coixí de la FIE, mitjançant la valoració de la temperatura, vascularització i gruix dels teixits en ambdues tuberositats isquiàtiques.

Objectiu Principal:

- **Temperatura:** Avaluar els efectes i comportament de la pell mitjançant la valoració de la temperatura d'ambdues tuberositats isquiàtiques amb el coixí de la FIE.

Objectius Secundaris:

- **Comportament del teixit subcutani:** Mesurar en tall transversal i longitudinal, mitjançant estudi ecogràfic, el comportament tissular en ambdues zones isquiàtiques.
- **Vascularització:** Analitzar el grau de vascularització d'ambdues tuberositats isquiàtiques.
- **Hores assegut al bucket de competició:** Correlacionar entre les hores assegut al bucket del cotxe i els diferents paràmetres valorats.

3 MOSTRA:

Pilot professional de ral·lis amb risc molt alt de patir UPP degut a:

- Pacient amb antecedents de haver patit UPP , i que ha hagut de ser tractat amb tres cirurgies de la zona d'estudi (dues al costat esquerra i una al dret).
- Pacient amb to muscular amb tendència flàccida
- Repeteix la mateixa activitat de risc que li va causar lesions severes l'any 2009.

4 DISSENY DE LA INVESTIGACIÓ:

El disseny és un estudi analític prospectiu de prevenció de risc d'UPP per durada extrema en sedestació.

5 REALITZACIÓ DE L'ESTUDI:

L'estudi es porta a terme durant la competició del Ral·li Dakar 2017, coneguda com la prova més dura i extrema en el món dels raids de competició. Aquesta 39ena edició es realitza en tres països llatinoamericans, Paraguai, Bolívia i Argentina del 2 al 14 de gener del 2017.

El ral·li va constar de 12 etapes de competició amb una etapa de descans a La Paz (a 3.640 metres d'alçada) entre la 6ena i a la 7ena etapa. Es realitzen un total de 8.818 km, (4.089 km en etapes especials puntuables i 4.616 km en enllaços entre les etapes especials). La primera etapa va tenir inici a Paraguai per dirigir-se després a territori argentí, travessant bosc tropical primer per passar, en les següents etapes, a les alçades andines i l'altiplà, arribant a 4895 metres d'altitud, abans d'entrar a territori bolivià. Els pilots varen vorejat la serralada dels Andes. Varen estar sis dies al altiplà argentino-bolivià a una mitjana de 3.600 metres d'altitud havent d'enfrontar-se a l'altitud, el fred i les dures condicions climatològiques del moment.

Coixí dins del bucket del vehicle i condicions de pilotatge:

El coixí motiu d'estudi es va incorporar en el bucket del cotxe, adaptant-lo a la normativa de seguretat de la Federació Internacional de l'Automòbil (FIA), havent

d'acomodar un espai al mig del coixí per tal de poder realitzar l'ancoratge del cinturó de seguretat homologat (lligat al 1/3 superior de les cuixes, davant de la zona genital). Pilots i copilots portaven doble cinturó de seguretat passant per sobre de cada espatlla, exercint una pressió axial per mantenir-se, al màxim possible, estables i segurs dins la cabina de pilotatge. Això incrementa la pressió sobre les zones isquiàtiques per la força superior exercida per l'arnés situat per sobre de les espatlles. El pilot té l'obligació d'anar lligat durant tot el recorregut, tant en les etapes especials (cronometrades puntuables) com en els enllaços; per tant, no va poder realitzar pulsions ni canvis de posició assegut per alleujar la pressió isquiàtica des de l'inici fins al final de cada etapa. (*Figures 7.5. i 7.6. pàg. 111*).

6 METODOLOGIA DE LA RECOLLIDA DE DADES:

6.1 Instrumentació per a les valoracions:

- Les valoracions de temperatura es varen realitzar mitjançant:
 - **Càmera Termogràfica (CT) Testo 882** (<https://n9.cl/va1e>) La càmera permet valorar tota la zona de risc, fent un càlcul de la temperatura màxima, mínima i mitjana de tota la zona d'estudi. La càmera permet conèixer la temperatura de cada punt de la imatge i recollir a foto real de la pell, per tenir objectivat en relació a la coloració de la pell diàriament. Tanmateix fa possible marcar sempre el mateix quadrant d'imatge de la zona de risc motiu d'estudi. (Figura 6.1.1.)



Figura 6.1.1. Càmera Termogràfica Testo 882

- **Làser SacanTemp 440** (<https://cutt.ly/xtZoyir>). El punter làser permet valorar la temperatura de la zona puntual de risc de la lesió del 2009 (punt mig de la cirurgia). (Figura 6.1.2.)



Figura 6.1.2. Làser SacanTemp 440

- La valoració del comportament de teixit tissular i vascularització es realitza mitjançant:
 - **Ecògraf General Electric LOGIQ ER7.** <https://n9.cl/bcov> L'ecografia (US) permet valorar el comportament de les parts toves i l'efecte Doppler (US-D). Es va mesurar la distància de la pell a l'isqui i el gruix del teixit cel·lular subcutani, avaluant les ones de velocitat de flux de certes estructures del cos; també vasos sanguinis amb l'efecte doppler, que són inaccessibles a la visió directa. (Figura 6.1.3.)



Figura 6.1.3. Ecògraf General Electric LOGIQ ER7

- **Hores de permanència en el bucket de pilotatge:** Cada dia es va comptabilitzar el temps d'entrada al bucket des de l'inici de l'etapa fins a la sortida del cotxe en arribar al campament.

6.2 Mètode de Recollida de Dades:

6.2.1 Tests a realitzar: Es varen realitzar abans i després de cada etapa.

- Matí: CT i Làser.
- Tarda / nit: CT, Làser, US i US-D

6.2.2 Metodologia de les valoracions:

Hora:

- **Matí:** Abans de llevar-se i asseure's, es va realitzar l'estudi d'ambdues tuberositats isquiàtiques per obtenir-ne dades després del descans en decúbit de la nit.

- **Tarda / Vespre:** Acabada l'etapa i un cop arribat al campament, el pilot s'estirava a la llitera de valoració, ubicada dins de la tenda de campanya, on es realitzaren els tests.

6.2.3 Protocol en la realització de les valoracions

Primera valoració: Al matí, abans d'incorporar-se del llit, es va realitzar la valoració de la temperatura amb el punter Làser i CT. Amb el punter Làser es realitzaren tres mesures del punt crític de cada una de les zones isquiàtiques. La distància del làser a la zona d'estudi va ser d'uns 25 cm. D'aquetes tres valoracions se'n va extreure la mitjana. Seguidament es va realitzar la valoració amb la CT a cada un dels isquis. La càmera es va situar a uns 50 cm de distància de la zona motiu d'estudi.

Segona valoració: Un cop finalitzada l'etapa es va realitzar en el campament, la valoració amb el punter làser (tres mesures per costat) seguit de la valoració per CT mantenint els mateixos criteris de les valoracions realitzades al matí i, finalment, es va procedir a l'estudi mitjançant US i la valoració de la vascularització de la zona crítica amb US-D.

El làser i la CT es varen realitzar en primer lloc per evitar que, el "gel" que s'utilitza per realitzar l'US + US-D, poguessin alterar la temperatura de la pell. Totes les valoracions es varen portar a terme en un temps màxim que no va accedir els 10 minuts.



Figura 6.2.1 Valoració ecogràfica a Tupiza al finalitzar l'etapa.

6.2.4 Indumentària

La indumentària havia d'evitar costures i plecs que condicionessin la zona d'estudi. El pilot va utilitzar la mateixa indumentària provada en estudis previs que no havia generat cap alteració cutània. Tots els test es varen realitzar amb el mateix tipus de teixit per tal de no condicionar el comportament de la pell.

6.2.5 Dieta i hidratació

El pilot va tenir present ingerir diàriament els complements dietètics pautats. Es va hidratar tots els dies seguint els mateixos criteris tant a les hores prèvies a la cursa com durant la realització de l'etapa. Va portar incorporat un bidó d'avituallament dins la cabina amb acoblament bucal.

6.2.6 Analítica

El pacient es va sotmetre a un anàlisi de sang complert dos dies abans de iniciar el viatge a Paraguai, amb l'objectiu de comprovar que no hi havien alteracions en els valors hematològics d'hematies, volum corpuscular mig, hematòcrit i d'altres alteracions bioquímiques com l'albumina, que influïrien en el comportament de la pell, tal com s'ha indicat en el marc teòric. Els valors de l'analítica es van trobar dins de la normalitat, verificant que no es trobava sota cap procés víric, infecció i que no presentava anèmia ni alteracions de l'albumina, etc. (**Figura 6.2.1., 6.2.1. i 6.2.3. Analítica abans i després del Dakar. Pàg. 137**).

Tal i com s'ha comentat en el marc teòric, qualsevol alteració en aquest sentit podria haver condicionat directament la temperatura i el comportament de la pell.

6.3 Anàlisi de dades i estadística

Prova *t* de Student: La prova de la distribució *t* es fa servir per avaluar si dos determinacions presenten diferències significatives entre sí en les mitjanes d'una variable. En aquest cas s'ha utilitzat per calcular la mitjana de la temperatura de les zones isquiàtiques abans i després de cada etapa. S'han analitzat les diferències i s'observaren les alteracions diàries de temperatura entre matí i tarda i entre ambdues zones isquiàtiques.

Coefficient de correlació de Pearson és un índex que mesura la relació lineal entre dues variables quantitatives. En el cas que ens ocupa es va realitzar la correlació entre el temps de pilotatge i l'increment de temperatura.

6.4 Antecedents del test d'avaluació

Com ja s'ha exposat anteriorment, el LM pateix, entre altres, una alteració de la regulació tèrmica corporal a partir del nivell metamèric afectat derivat de l'alteració de l'equilibri del sistema simpàtic i parasimpàtic. La temperatura de la pell està condicionada per:

1. la temperatura de l'ambient.
2. la temperatura dels objectes amb els que la pell pot estar en contacte durant la conducció.
3. la temperatura del nucli del cos (és a dir, si la persona es troba en situació sistèmica, hipotèrmica o febril).
4. la temperatura i humitat dels teixits sotmesos a pressió (ambdós factors són negatius i qualsevol estudi que valori la temperatura haurà de tenir present la temperatura i humitat exteriors). Les diferents altituds i canvis tèrmics a la que estan sotmesos els pilots en cada etapa, i les distàncies de quilometratge entre les etapes (454 km va ser la més curta i 977 km entre l'inici i final de l'etapa la més llarga), han fet molt difícil una interpretació fiable d'aquesta variable.

Val a dir però que, aquest doctorant, l'any 2014, durant la realització del Màster Interuniversitari en Investigació Translacional en Fisioteràpia de les Escoles Universitàries Gimbernat (UAB-UC), el qual dirigeix el Dr. Jordi Esquirol (co-director d'aquesta tesi), va realitzar un estudi experimental a la cambra climàtica del Departament de Fisiologia del Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat, avaluant el mateix subjecte objecte del present estudi, els efectes i comportament de la pell en ambdues tuberositats isquiàtiques amb un prototip del coixí de la FIE (sense programació individualitzada) versus el millor coixí existent actualment en el mercat (Starlock), amb programació individualitzada en el subjecte motiu d'estudi.

En aquest cas es va poder reproduir la mateixa temperatura i la humitat en cada test. Per l'estudi es va fer la mitjana des de l'any 1990 fins al 2013 dels mesos

de juliol a la ciutat de Barcelona, essent la temperatura mitjana de 27'5° amb un 69% d'humitat. El coixí de la fundació va mostrar valors lleugerament millors que el coixí comparatiu, tot i estar aquest individualitzat.

7 INTERVENCIÓ:

7.1 La cursa prevista

La competició del ral·li Dakar és coneguda com la prova més dura i extrema en el món dels raids de competició. Ho fa palès quan recordem que, en les 41 edicions portades a terme des del seu inici l'any 1979, han perdut la vida 31 participants (pilots o copilots), i 46 participants indirectes (periodistes, mecànics, públic, etc.). El Dakar 2017 realitzat entre Paraguai, Bolívia i Argentina ha estat, segons tots els especialistes, la competició més dura realitzada fins a dia d'avui. (<https://es.euronews.com/2016/11/23/el-dakar-2017-el-mas-duro-de-la-historia>).

Dades a destacar:

- Altitud i temperatures: Les més extremes.

Com ja hem explicat en el marc teòric, una de les alteracions del LM és la incapacitat d'adaptar el seu sistema termoregulador, condicionant la temperatura de la pell per la temperatura de l'ambient degut a l'alteració del sistema nerviós vegetatiu. En aquesta edició els pilots van haver d'experimentar, en una mateixa etapa, canvis tèrmics extrems. De 36° a la sortida d'una l'etapa a passar a 5° positius superant els 4.500 metres d'altitud (4.895 metres a Abra del Acay). Etapes per zones àrides on, a les 15,00h es varen arribar a 46° de temperatura. Dintre de la cabina del vehicle la temperatura pot arribar a superar els 50°. La 10ena etapa de Chilecito a Ciudad de San Juan es va passar, del fred intens, als 36° a la zona del desert de Sant Juan.

Les etapes 4^a, 5ena i 6ena (Tupiza, Oruro i La Paz) varen esser etapes duríssimes. Passant de territori argentí a bolivià mantenint-se en l'altiplà a una mitjana de 3.600 d'altitud durant 6 dies, superant en diferents ocasions els 4.400 metres. En varen tenir males condicions climàtiques. Molta pluja en tota l'etapa. A l'arribada de la quarta etapa a Tupiza, el pilot va arribar amb una alteració

homeostàtica important. Va agafar molt de fred. Va tenir tremolors que va tardar 50 minuts en normalitzar.

7.2 El coixí

Tal i com s'ha exposat en punt 1.3 **Plantejament del problema d'investigació** del marc teòric (pag. 54), els estudis que avaluen l'eficàcia dels coixins per a cadires de rodes en la prevenció de les UPP, en general, es realitzen en situacions teòriques i la informació disponible per comparar els resultats de diferents composicions i formes de coixins és escassa. El fonament del coixí intel·ligent de la FIE en el que s'ha realitzat la intervenció consisteix en la possibilitat de variar, de forma controlada en el temps, la pressió en cadascuna de les cel·les que configuren el coixí. D'aquesta manera, a més d'evitar una pressió excessiva durant un temps que generi risc d'ulceració, permet un efecte "massatge" en variar les pressions de les diferents cel·les del coixí de manera sincronitzada, evitant els danys a nivell capil·lar i millorant el flux sanguini. El coixí, sobre base de silicona, consta de 72 alvèols, dividits en 8 compartiments (cel·les). Cada cel·la té marcats uns màxims i mínims de pressió en què el sistema de distribució provoca un inflat i desinflat i on un micro-compressor, grup de vàlvules i sensor de pressió d'obertura i tancament del sistema de distribució i un programari, realitzen la gestió del sistema. El dispositiu permet gestionar tant l'aire, podent jugar tant amb les pressions màximes i mínimes de de cel·les, (que és conegut en cada moment a través de les sondes de pressió), com amb el temps de variació de les pressions. Mitjançant la programació de 2 controladors de 4 canals (total 8 grups de cel·les) aquests actuen cap a les 8 electrovàlvules de 3 vies, que permeten l'entrada d'aire, procedent del tambor cap a les cel·les per augmentar la pressió, o bé la deixen sortir a l'ambient per baixar-la. (**Figures 7.1., 7.2. i 7.3.**).

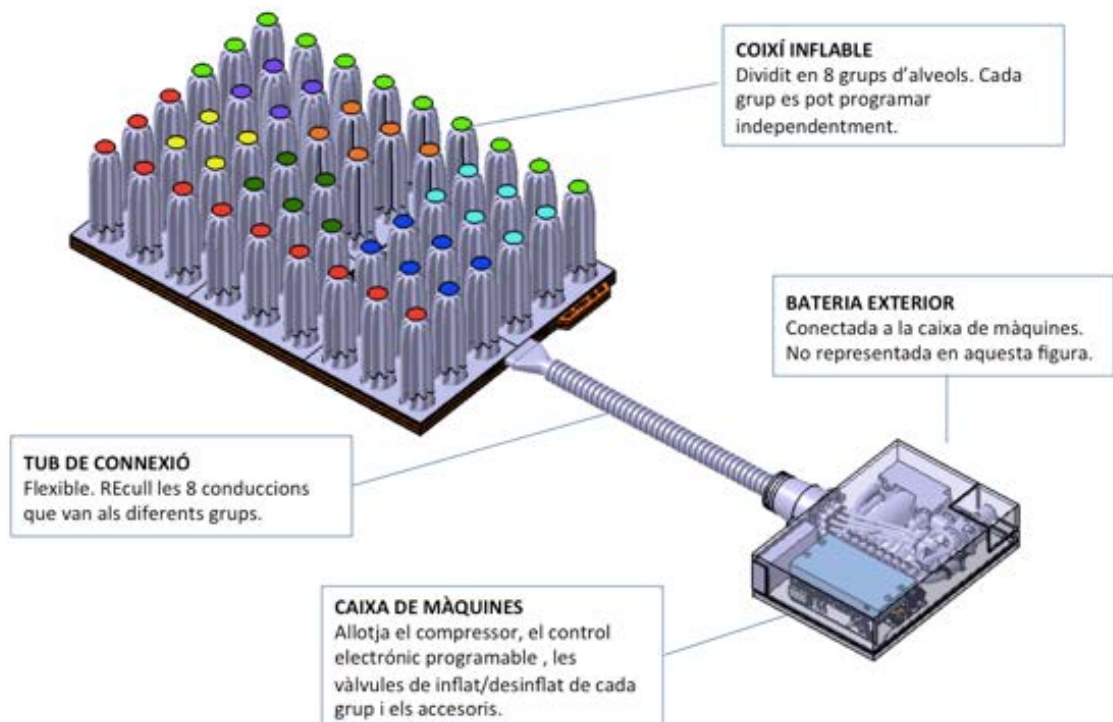


Figura 7.1. Imatge general del coixí intel·ligent

La unitat de control incorpora la electrònica que gestiona l'entrada i sortida d'aire amb electrovàlvules de no retorn per evitar fuites. Una unitat electrònica a la base per al inflant i desinflat de diferents zones permet ser gestionada mitjançant una aplicació al telèfon mòbil.

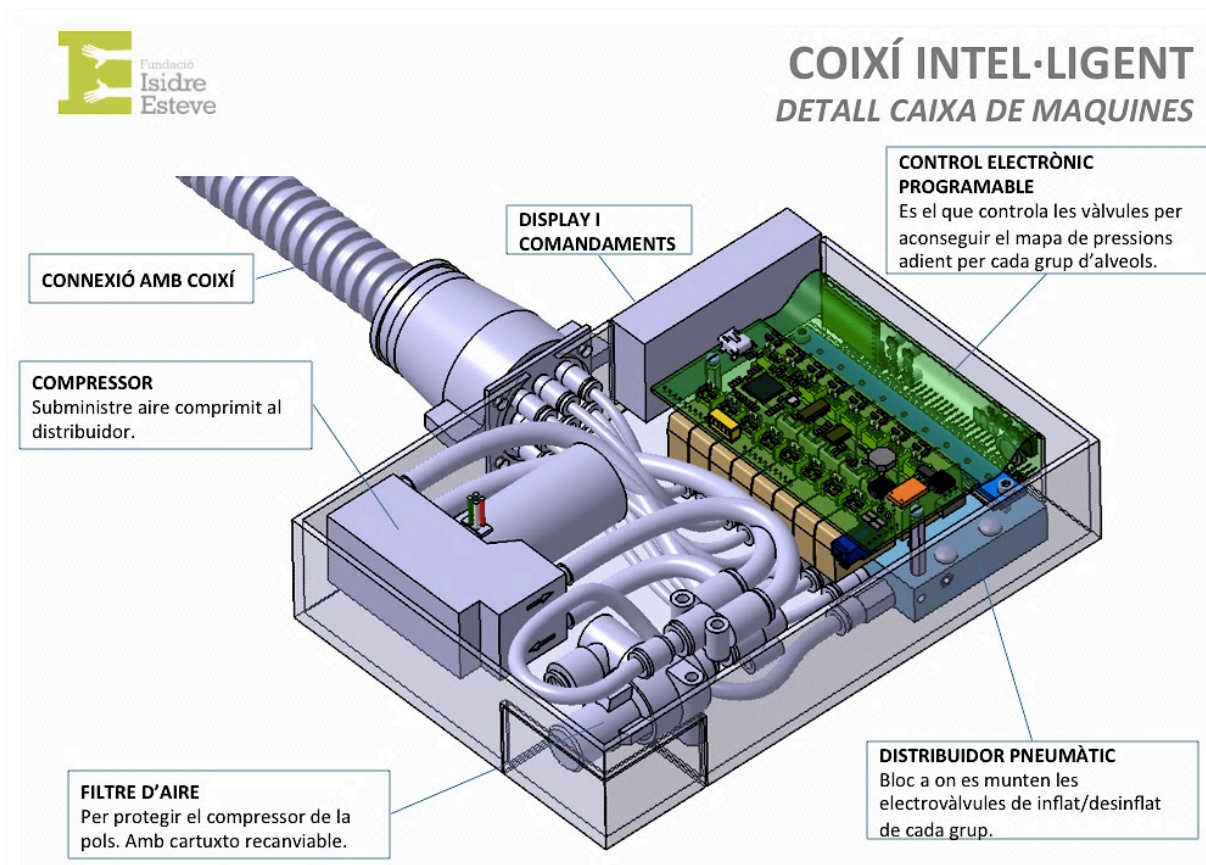


Figura 7.2. Detall caixa de màquines

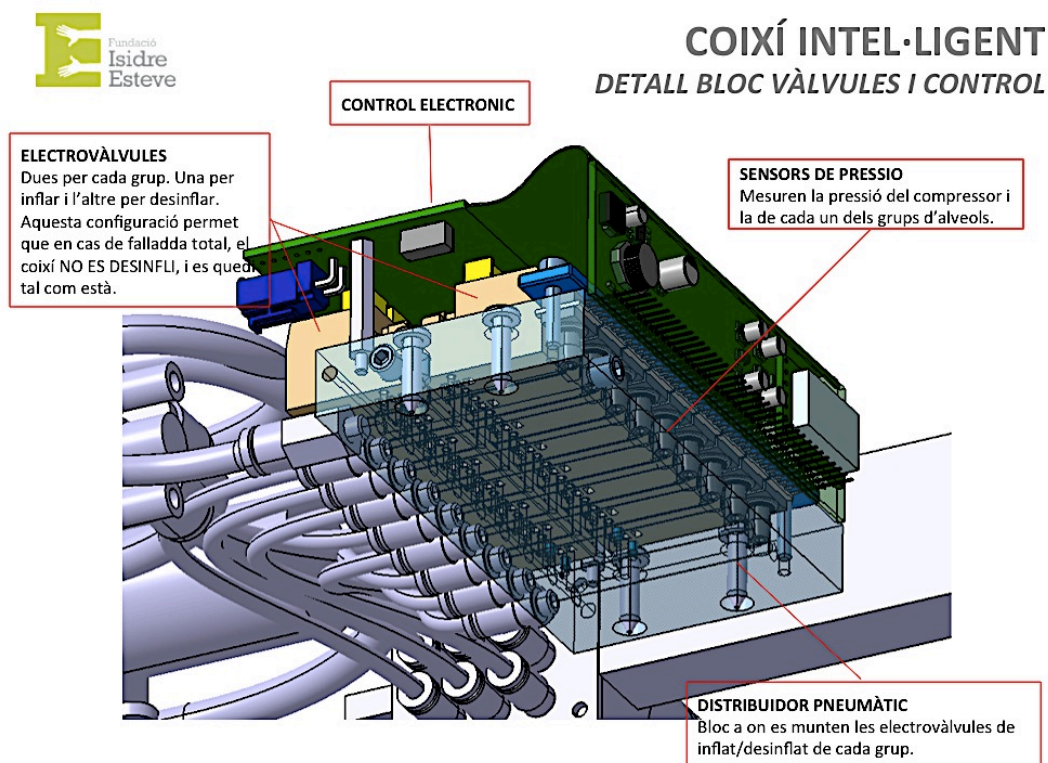


Figura 7.3 Detall bloc de vàlvules i control

La divisió de zones està especialment dissenyada amb l'objectiu de poder actuar de manera independent i precisa en cada zona de risc. Això permet que el professional pugui programar de manera individualitzada el coixí amb l'objectiu de transmetre el mínim pes possible a les zones de risc de les tuberositats isquiàtiques i augmentar al màxim la superfície de contacte per minimitzar la pressió.

En el cas d'estudi, la programació del coixí es va realitzar a la Unitat de lesionats medul·lars de l'hospital de la Vall d'Hebron per part del Dr. Miguel Ángel González Viejo mitjançant la manta de pressions Medical X3 Programari v6.0 LXSensor Technology® (**Figura 7.4.**), que permet mesurar la força total de suport, l'àrea de contacte, l'índex pic de pressió, l'índex de dispersió i la pressió de sedestació.

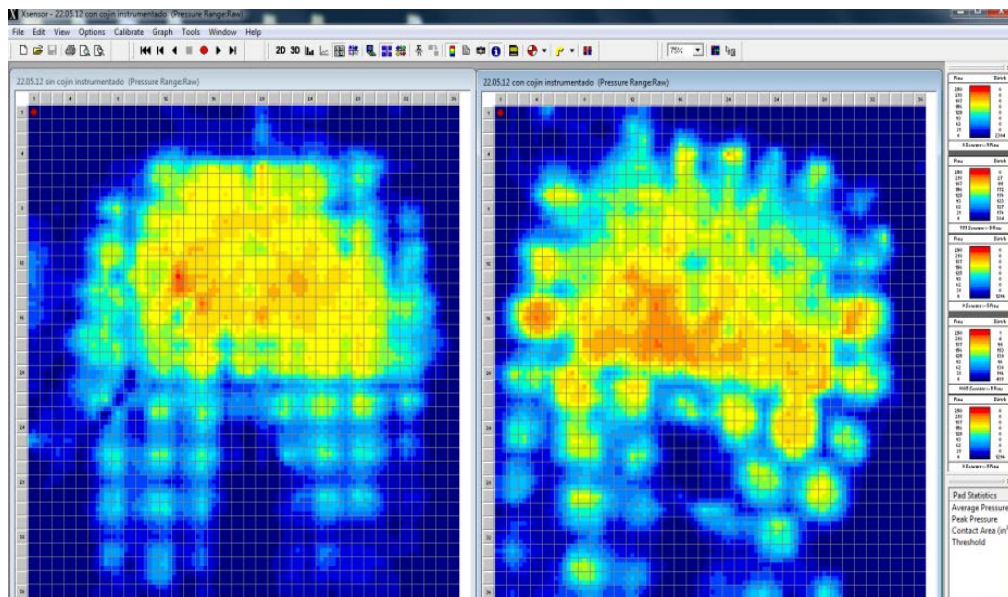


Figura 7.4. La imatge de l'esquerra mostra una zona molt puntual de pressió en tuberositat isquiàtica dreta. A la dreta, un cop fetes les correccions en el coixí, es pot observar augment de la superfície de contacte per minimitzar les pressions. Medical X3 Programari v6.0 LXSensor Technology®.

Els alvèols estan dissenyats amb l'objectiu d'eliminar qualsevol tipus d'aresta que pugui exercir una pressió en l'usuari. El coixí permet col·locar alvèols de diferents alçades en funció de la tipologia o necessitat del pacient. En el cas que ens ocupa, els alvèols situats en el contorn del coixí, es varen col·locar d'una alçada

superior a la resta d'alvèols, permetent que el pacient, que pateix una força caudal amb els 2 cinturons de seguretat del bucket, es mantingués ben col·locat a la cadira del cotxe de competició creant una superfície homogènia i estable. Es va realitzar una adaptació del coixí al bucket del pilot per poder lligar els cinturons de seguretat que es fixen al mig, just davant de la zona genital (**Figura 7.5. i 7.6**).



Figures 7.5. i 7.6. Les imatges mostren el coixí dins del bucket del vehicle de competició amb l'adaptació realitzada al centre del coixí per poder realitzar l'ancoratge dels cinturons de seguretat.

La composició dels alvèols és de làtex i la seva elasticitat permet que el control de la pressió sigui més real i el recorregut de l'interval molt més gran. Els alvèols s'adhereixen amb un sistema d'unió de Velcro® de fàcil neteja per permetre un recanvi ràpid de l'alvèol en cas de punxada. La App incorporada al mòbil avisa en el cas que algun alvèol tingui alguna pèrdua o estigui punxat.

La funda protectora és transpirable y llisa per a permetre el moviment eficaç dels alvèols.

8 RAONAMENT BIOÈTIC:

Aquest estudi s'acull a les recomanacions de bona pràctica clínica, recollides a la Declaració d'Hèlsinki de l'Associació Mèdica Mundial (modificada en la 64a Assemblea General, Fortalesa, Brasil, octubre 2013) i amb la normativa legal aplicable. Per tant, com a investigador involucrat, he signat un certificat d'haver llegit i comprès aquesta declaració (veure arxiu de Compromís de l'investigador, que consta en els annexes (**Figura 8.1. i 8.2** pàg. 138). S'ha mantingut un control rigorós i continu de la qualitat, per poder garantir l'exactitud i el rigor científic de les dades obtingudes, mantenint les condicions d'homogeneïtat durant el procés de recollida de la informació.

Informació i el tipus de consentiment que ha sigut sol·licitat en l'estudi: El present estudi preveu que contingui un únic participant. El model d'informació que li ha sigut proporcionada i el tipus de consentiment informat sol·licitat estan especificats en els annexes a l'efecte (**Figura 8.3., 8.4, 8.5. i 8.6.** pàg. 139 i 140). Així mateix, en els annexos hi consta, en cas necessari, un Full de Renúncia per permetre el participant abandonar l'estudi en qualsevol moment. El participant va ser verbalment informat durant el procés d'inclusió en l'estudi per part d'un dels investigadors i va ser sol·licitat el consentiment informat.

Confidencialitat: en tot moment s'han mantingut les normes més estrictes de conducta professional i confidencialitat, i el compliment del Reglament 2016/679 del Parlament Europeu i del Consell de 27 d'abril de 2016 relatiu a la protecció de les persones físiques (RGPD) i Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de Protecció de Dades Personals i Garantia dels Drets Digitals (LOPD-GDD). El dret del participant a la confidencialitat és primordial. La identitat del participant en els documents de l'estudi ha de ser codificada, i únicament les persones autoritzades tindran accés a detalls personals identificables en el cas en què els procediments de verificació de dades exigeixin la inspecció d'aquests detalls. Els detalls personals identificables s'hauran de mantenir sempre confidencials i únicament tindran accés a ells l'investigador principal, el promotor i les persones autoritzades per aquests i per les autoritats sanitàries corresponents.

El participant ha volgut deixar constància que es pot fer divulgació del seu nom, atès que ell mateix ha fet coneixedor als mitjans de comunicació de l'estudi que

es portarà a terme. En el cas en que s'haguessin de presentar casos d'estudi, s'utilitzarien sempre pseudònims.

Aquest consentiment informat s'ha mantingut en lloc segur per part dels investigadors principals i es destruirà al cap de 5 anys després de finalitzar la investigació. Quan l'estudi s'hagi completat i analitzat les dades, tota la base de dades serà anonimitzada i posada a disposició de la resta d'investigadors / es interessats / des.

9 RESULTATS:

9.1 Eritema previ a l'inici de la cursa

El pilot subjecte d'estudi i tots els components de l'equip Repsol vàrem viatjar a Asunción (Paraguai) a mitja nit del 29 de desembre del 2016 (matinada del 30).

Durant el viatge i l'estada abans de la competició, el pilot va utilitzar un coixí convencional. El coixí intel·ligent motiu d'estudi només es va utilitzar en el bucket del cotxe de competició durant els dies de cursa del ral·li.

El pilot va estar més de 19 hores assegut durant el desplaçament el dia 29 de Barcelona a Asunción. Arribats a destí es va realitzar la primera valoració d'ambdues zones isquiàtiques. L'isqui dret va mostrar una **lesió de primer grau**. Les imatges de la pell les vàrem valorar conjuntament amb l'equip mèdic de Barcelona. La prioritat dels tres dies que restaven per l'inici del Dakar va ser recuperar al màxim la pell. L'eritema va millorar passades 24 hores i la zona isquiàtica que mostrava l'eritema va assolir un aspecte de normalitat.

9.2 Desenvolupament de la cursa i les seves circumstàncies

La mitjana d'hores de pilotatge assegut al bucket del cotxe de competició utilitzant el coixí intel·ligent va ser de **13h 33m durant 12 dies seguits** (mínim 5h 10min i **màxim 20h 56min**). En finalitzar la competició, el participant en l'estudi no va presentar cap lesió cutània a la zona isquiàtica ni sacre, a diferència del que havia succeït en l'anterior edició en què havia participat.

- *Ral·li amb els enllaços més llargs.*

El Ral·li es va desenvolupar en 12 etapes de competició amb una etapa de descans a La Paz (a 3.640 metres d'alçada). Es varen realitzar un total de 8.818 km, 4.089 km en etapes especials (puntuables) i 4.616 km en enllaços entre especials. El Dakar 2017 va tenir els enllaços més llargs que cap altra edició, arribant a superar alguns d'ells els 720 km. També ha estat el Dakar amb els desplaçaments més llargs entre etapes, amb jornades de 977 Km, 892 km, 803 kilòmetres, 754 Km i 780 Km.

- *Velocitat entre els enllaços: Les més lentes.*

Hem de tenir en compte que la majoria de carreteres per on es varen realitzar els enllaços eren zones de muntanya, on les vies poden ser camins de terra o bé vies amb l'asfalt en males condicions i d'un sol carril. La velocitat en que han de circular els vehicles de pilots i equips tècnics entre els enllaços, és la que obliguen les normes de circulació de cada país. A Paraguai, que es va realitzar una única etapa, no es varen poder superar els 110km/h. A Bolívia, on es varen realitzar 4 etapes, varen haver de realitzar els trajectes a una velocitat màxima de 90 Km/h durant els 909 km totals d'enllaços. A Argentina, on es varen disputar 7 etapes, no es varen poder superar els 110km/h durant 3.405 km. El Dakar 2017 ha estat el ral·li on s'han hagut de realitzar els desplaçaments a velocitats més lentes i, per tant, romandre més hores asseguts al bucket del vehicle, augmentant els risc d'UPP.

○ *Descripció de les etapes:*

La **1^a etapa** no va tenir cap incidència ni dificultat destacables, L'etapa es va iniciar a Asunción (Paraguai) amb un pròleg curt de 39 km per tal d'establir l'ordre de sortida de la competició. L'enllaç fins a Resistencia (Argentina) va ser el més curt dels 12 dies amb 454 Km.

La **2^a etapa** en territori argentí, entre Resistencia y San Miguel de Tucumán, els pilots varen travessar el bosc subtropical. Zona molt àrida on, a les 15,00h es varen arribar a 46° de temperatura. Dintre de la cabina del vehicle la temperatura pot arribar a superar els 50°.

La **3^a etapa** de San Miguel de Tucumán a San Salvador de Jujuy de 780 km, es va patir una disminució brusca de les temperatures, passant de 36° a la sortida a 5° superant els 4.000 metres, arribant a una altitud de 4.895 metres (Abra del Acay).

Les etapes **4^a, 5^{ena} i 6^{ena}** (Tupiza, Oruro i La Paz) són etapes duríssimes. Passen de territori argentí a bolivià i es mantenen a l'altiplà a una mitjana de 3.600 d'altitud, superant en diferents ocasions els 4.000 metres i arribant a pics de 4.400metres. Males condicions climàtiques. Molta pluja en tota l'etapa. A l'arribada de la quarta etapa a Tupiza, el pilot va arribar amb una alteració homeostàtica important. Es va mullar i va agafar molt de fred. Va tenir tremolors que varen tardar 50 minuts en normalitzar. L'organització es va veure obligada a

anul·lar la sisena etapa per les condicions que presenta la ruta després de dos dies d'intenses pluges.

Després de l'etapa de descans a La Paz, la organització es veié obligada a modificar la **7ena etapa** perquè les condicions climàtiques no milloraven, augmentant el quilometratge de l'etapa, passant de 622 km a 803 km. En l'etapa varen superar els 3.700 metres d'altitud.

- *Anul·lació d'etapa: Jujuy declarada zona catastròfica*

*La **8ena etapa** de 892 km, va de Uyuni (Bolívia) a Salta (Argentina) es va passar de 3.670 metres a 1.187 metres d'altitud. Les pluges augmentaren encara més. Es varen veure obligats a anul·lar l'etapa durant la competició degut a lliscaments de terres. Les tràgiques esllavissades a la província de Jujuy varen provocar varies víctimes mortals i un miler de persones varen haver de ser evacuades. Obligaren a fer un enllaç de 600 km, arribant a una zona diferent a on ens trobàvem els equips tècnics i sanitaris. No es va poder arribar a Salta. Molts equips quedaren varats a diferents llocs. El pilot va arribar a les 05,00h de la matinada, **estant 20 hores i 56 minuts assegut al bucket del cotxe**. A les 03,00h de la matinada ens varen evacuar del campament per anar a una zona més segura.*

Etapa 9ena: *L'allau a la província de Jujuy va cobrir part de la ruta on s'havia de realitzar l'etapa. Com que ningú va poder arribar a Salta, l'organització es va veure obligada a anul·lar la **9ena etapa** i mobilitzà a tots els participants a que es desplaressin, per diferents rutes, a **Chilecito**, on donaria inici la **10ena etapa**.*

En la desena etapa de Chilecito a Ciudad de San Juan de 754 km (449 cronometrats) es va passar del fred intens, als 36° a la zona del desert de sant Juan.

La 11ena etapa de 759 km (292 km cronometrats), va recórrer la Ciudad de San Juan a Rio Cuarto (província de Córdoba) sense cap novetat destacable.

La 12ena i última etapa va ser de 786 km (64 km cronometrats) i anava de Río Cuarto a Buenos Aires, final del Dakar. El pilot subjecte d'estudi va acabar en la 35ena posició de la general en cotxes.

9.3 Anàlisi de les dades de la temperatura de la pell amb làser:

En la **taula 14.3.1** (pàg. 188) observem el recull de totes les temperatures realitzades durant el Dakar amb el punter Làser (mitjana de la realització de tres mesures). En la **taula 14.3.2.** (pag. 189) s'exposen la correlació d'hores assegut al vehicle de competició i les dades.

9.3.1 Anàlisi de la temperatura de la pell amb el punter làser abans i després de cada etapa. Isqui dret i esquerre:

Abans de l'inici de cada etapa la mitjana de temperatura de la pell en l'isqui dret va ser de 29,84°C (Desviació Estàndard (DE) = 0,87), i a l'acabar l'etapa la mitjana va ser de 29,69°C (DE= 1,88); la mitjana d'augment de la temperatura entre abans i immediatament després de cada etapa va ser de 0,15°C, mostrant una significació estadística amb un p-valor = 0,40 (no hi ha significació estadística), no es pot afirmar que la temperatura de la pell augmentés significativament entre l'inici i el final de cada etapa. A l'isqui esquerre la temperatura abans de cada etapa tenia una mitjana de 29,72°C (DE = 0,82) i a l'acabar l'etapa de 29,42°C (DE = 1,63), també sense significació estadística (p-valor = 0,30). (**taules 14.3.3. i 14.3.4.** pàg. 190)

Entre les temperatures d'inici i final d'etapa de l'isqui dret no es va obtenir correlació $r = -0,4$ i en l'esquerre tampoc $r = -0,05$. (**figura 14.3.1., 14.3.5., 14.3.9. i 14.3.13.** - annex pàg. de la 201 a la 204).

9.3.2 Anàlisi de la temperatura de la pell amb el punter làser abans i després de cada etapa entre isquis:

Abans de l'inici de cada etapa la temperatura mitjana de l'isqui dret era de 29,72 °C (DE = 0,82) i la de l'esquerre de 29,42 °C (DE = 1,63), sent la diferència mitjana entre les dues parts de 0,3. El test aporta un p-valor no significatiu de 0,29, per tant, amb un 95% de confiança acceptem la hipòtesi que no hi ha diferències estadísticament significatives en la temperatura mitjana de l'isqui dret i esquerre a l'iniciar l'etapa. De la mateixa manera a l'acabar l'etapa el test també va sortir no significatiu amb un p-valor = 0,36, per tant, també acceptem la hipòtesi que no hi ha diferència estadísticament significativa en el valor mitjà de la temperatura a l'acabar l'etapa entre el isqui dret i esquerre, sent la mitjana a l'acabar l'etapa del dret de 29,69 °C (DE = 1,88) i de l'esquerre de 29,42 °C (DE = 1,63) amb una diferència mitjana de 0,27. (**Taules 14.3.5 i 14.3.6** pàg. 191)

9.4 Anàlisi de les dades de la temperatura de la pell amb termografia (CT):

En la següent **taula 14.3.1** (annex pàg. 188) observem el recull de totes les temperatures realitzades durant el Dakar amb la CT (temperatures mínima, màxima i mitjana). En la **taula 14.3.2.** (annex pag. 189) s'exposen la correlació d'hores assegut al vehicle de competició i les dades.

9.4.1 Anàlisi de la temperatura mitjana de la pell amb la CT abans i després de cada etapa. Isqui dret i esquerre:

Abans de l'inici de cada etapa la mitjana de temperatura de la pell en l'isqui dret va ser de 32,57°C (DE = 1,74), i a l'acabar l'etapa la mitjana va ser de 32,90°C (DE = 1,5); la mitjana d'augment de la temperatura entre abans i immediatament després de cada etapa va ser de 0,33°C, mostrant una significació estadística amb un p-valor = 0,059 (no hi ha significació estadística, no es pot afirmar que la temperatura de la pell augmentés significativament entre l'inici i el final de cada etapa). A l'isqui esquerre la temperatura abans de cada etapa té una mitjana de 32,9°C (DE = 1,62) i a l'acabar l'etapa de 33,09°C (DE = 1, 9), també sense significació estadística (p-valor = 0,39). **Taules 14.3.7. i 14.3.8.** (annex pàg. 192)

Entre les temperatures d'inici i final d'etapa de l'isqui dret es va obtenir una correlació positiva alta $r = 0,88$ i en l'esquerre una correlació positiva baixa $r = 0,18$. (**figures 14.3.2., 14.3.6, 14.3.10. i 14.3.14** - annex pàg. de la 201 a la 204).

9.4.2 Anàlisi de la temperatura mitjana de la pell amb la CT abans i després de cada etapa entre isquis:

Abans de l'inici de cada etapa la temperatura mitjana de l'isqui dret era de 32,57 °C (DE = 1,74) i la de l'esquerre de 32,90 °C (DE = 1,5), i la diferència mitjana entre les dues parts de 0,33. El test aporta un p-valor no significatiu de 0,28, per tant, amb un 95% de confiança acceptem la hipòtesi que no hi ha diferències estadísticament significatives en la temperatura mitjana de l'isqui dret i esquerre a l'iniciar l'etapa. De la mateixa manera a l'acabar l'etapa el test també va sortir no significatiu amb un p-valor = 0,29, per tant, també acceptem la hipòtesi que no hi ha diferència estadísticament significativa en el valor mitjà de la temperatura a l'acabar l'etapa entre el isqui dret i esquerre, sent la mitjana del dret a l'acabar l'etapa de 32,62 °C (DE = 2,04) i de l'esquerre de 33,09 °C (DE =

1,9) amb una diferència mitjana de 0,47. **Taules 14.3.9. i 14.3.10. (annex pàg. 193).**

9.4.3 Anàlisi de la temperatura màxima de la pell amb la CT abans i després de cada etapa. Isqui dret i esquerre:

Abans de l'inici de cada etapa la màxima de temperatura de la pell en l'isqui dret va ser de 33,97°C (DE = 1,88), i a l'acabar l'etapa la màxima va ser de 32,62°C (DE = 2,04); la mitjana d'augment de la temperatura màxima, entre abans i immediatament després de cada etapa, va ser de 1,35°C, mostrant una significació estadística amb un p-valor = 0,023 (si hi ha significació estadística, per tant si es pot afirmar que la temperatura màxima de la pell augmentés significativament entre l'inici i el final de cada etapa. A l'isqui esquerre la temperatura abans de cada etapa té una màxima de 34,38°C (DE = 1,54) i a l'acabar l'etapa de 33,09°C (DE = 1,9), també es va obtenir significació estadística (p-valor = 0,038). **Taules 14.3.11. i 14.3.12. (annex pàg. 194)**

Entre les temperatures d'inici i final d'etapa de l'isqui dret es va obtenir una correlació positiva mitjana $r = 0,5$ i en l'esquerre una correlació positiva baixa $r = 0,21$. (**figures 14.3.4., 14.3.8., 14.3.12. i 14.3.16. - annex pàg. de la 201 a la 204).**

9.4.4 Anàlisi de la temperatura màxima de la pell amb la CT abans i després de cada etapa entre isquis:

Abans de l'inici de cada etapa la temperatura màxima de l'isqui dret era de 34,08 °C (DE = 1,65) i la de l'esquerre de 34,37 °C (DE = 1,4), i la diferència mitjana entre les dues parts de 0,29. El test aporta un p-valor no significatiu de 0,29, per tant, amb un 95% de confiança acceptem la hipòtesi que no hi ha diferències estadísticament significatives en la temperatura màxima de l'isqui dret i esquerre a l'iniciar l'etapa. De la mateixa manera a l'acabar l'etapa el test també va sortir no significatiu amb un p-valor = 0,44, per tant, també acceptem la hipòtesi que no hi ha diferència estadísticament significativa en el valor mitjà de la temperatura màxima a l'acabar l'etapa entre l'isqui dret i esquerre, sent la màxima a l'acabar l'etapa del dret de 34,28 °C (DE = 1,78) i en l'esquerre de 34,39 °C (DE = 1,79) amb una diferència mitjana de 0,11. (**Taules 14.3.13. i 14.3.14. (annex pàg. 195)**)

9.4.5 Anàlisi de la temperatura mínima de la pell amb la CT abans i després de cada etapa. Isqui dret i esquerre:

Abans de l'inici de cada etapa la mínima de temperatura de la pell en l'isqui dret va ser de 30,57°C (DE = 2,57), i a l'acabar l'etapa la mínima va ser de 30,71°C (DE = 2,55); la mitjana d'augment de la temperatura mínima, entre abans i immediatament després de cada etapa, va ser de 0,14°C, mostrant una significació estadística amb un p-valor = 0,41 (no hi ha significació estadística, per tant no es pot afirmar que la temperatura mínima de la pell augmentés significativament entre l'inici i el final de cada etapa). A l'isqui esquerre la temperatura abans de cada etapa té una mínima de 31,22°C (DE = 2,10) i a l'acabar l'etapa de 31,12°C (DE = 2,87), tampoc es va obtenir significació estadística (p-valor = 0,45). (**Taules 14.3.15. i 14.3.16.** - annex pàg. 196)

Entre les temperatures d'inici i final d'etapa de l'isqui dret es va obtenir una correlació positiva mitjana alta $r = 0,64$ i en l'esquerre una correlació positiva mitjana $r = 0,39$. (**figures 14.3.3., 14.3.7., 14.3.11 i 14.3.15.** - annex pàg. de la 201 a la 204).

9.4.6 Anàlisi de la temperatura mínima de la pell amb la CT abans i després de cada etapa entre isquis:

Abans de l'inici de cada etapa la temperatura mínima de l'isqui dret era de 30,82 °C (DE = 2,24) i la de l'esquerra de 31,10 °C (DE = 2,08), sent la diferència mitjana entre les dues parts de 0,28. El test aporta un p-valor no significatiu de 0,35, per tant, amb un 95% de confiança acceptem la hipòtesi que no hi ha diferències estadísticament significatives en la temperatura mínima de l'isqui dret i esquerre a l'iniciar l'etapa. De la mateixa manera a l'acabar l'etapa el test també va sortir no significatiu amb un p-valor = 0,36, per tant, també acceptem la hipòtesi que no hi ha diferència estadísticament significativa en el valor mitjà de la temperatura mínima a l'acabar l'etapa entre l'isqui dret i esquerre, sent la mínima a l'acabar l'etapa del dret de 30,71 °C (DE = 2,55) i en l'esquerre de 31,12 °C (DE = 2,87) amb una diferència mitjana de 0,41. (**Taules 14.3.17. i 14.3.18.** annex pàg. 197)

9.5 Anàlisi de les dades de mesures ecogràfiques (US) i vascularització amb ecogràfica doppler (US-D)

En la **taula 14.3.1** (annex pàg. 188) observem el recull de totes les mesures realitzades durant el Dakar amb l'US (tall transversal, tall longitudinal i guix del teixit subcutani) i la vascularització amb l'US-D. En la **taula 14.3.2.** (annex pàg. 199) s'exposen la correlació d'hores assegut al vehicle de competició i les dades.

9.5.1 Anàlisi de la mesura transversal de la pell entre l'isqui dret i l'esquerre:

A l'acabar cada etapa la distància transversal de l'isqui dret era de 0,94 (DE = 0,22) i la de l'esquerre de 0,98 (DE = 0,17), sent la diferència mitjana entre les dues parts de 0,04. El test aporta un p-valor no significatiu de 0,27, per tant, amb un 95% de confiança acceptem la hipòtesi que no hi ha diferències estadísticament significatives en la distància transversal de l'isqui dret i esquerre a l'acabar l'etapa. **Taula 14.3.19.** (annex pàg. 198)

9.5.2 Anàlisi de la mesura longitudinal de la pell entre l'isqui dret i l'esquerre:

A l'acabar cada etapa la distància longitudinal de l'isqui dret era de 0,88 (DE = 0,2) i la de l'esquerre de 0,95 (DE = 0,17), sent la diferència mitjana entre les dues parts de 0,07. El test aporta un p-valor no significatiu de 0,18, per tant, amb un 95% de confiança acceptem la hipòtesi que no hi ha diferències estadísticament significatives en la distància longitudinal de l'isqui dret i esquerre a l'acabar l'etapa. **Taula 14.3.20.** (annex pàg. 198)

9.5.3 Anàlisi del gruix del teixit subcutani de la pell entre l'isqui dret i l'esquerre:

A l'acabar cada etapa el gruix de l'isqui dret era de 0,16 (DE = 0,03) i la de l'esquerre de 0,17 (DE = 0,06), sent la diferència mitjana entre les dues parts de 0,01. El test aporta un p-valor no significatiu de 0,25, per tant, amb un 95% de confiança acceptem la hipòtesi que no hi ha diferències estadísticament significatives en el gruix de l'isqui dret i esquerre a l'acabar l'etapa. **Taula 14.3.21.** (annex pàg. 198).

9.5.4 Anàlisi de la vascularització de l'isqui dret i l'esquerre:

	VASCULARITZACIÓ ISQUI DRET TARDA	VASCULARITZACIÓ ISQUI ESQUERRA TARDA
	Si hi ha ompliment capil·lar (1 = Sí / 2 = No)	Si hi ha ompliment capil·lar (1 = Sí / 2 = No)
Dia 28	2	2
Dia 29	Viatge de Barcelona a Paraguai	
Dia 30	1	2
Dia 31	1	2
Dia 1	1	2
Dia 2	1	2
Dia 3	2	2
Dia 4	2	2
Dia 5	2	2
Dia 6	2	2
Dia 7	2	2
Dia 8	2	2
Dia 9	2	2
Dia 10	Inundacions i lliscaments de terres. No arriben al campament	
Dia 11	2	2
Dia 12	2	2
Dia 13	1	1
Dia 14	2	2

(Taula 9.1. Absència o ompliment capil·lar en les dues zones isquiàtiques)

Es pot observar que únicament hi ha diferències en la vascularització d'ambdós isquis durant els dies previs a la cursa. A partir de l'inici de la cursa la vascularització és igual a ambdós costats.

10 DISCUSSIÓ:

L'objectiu d'aquest estudi ha estat avaluar l'efectivitat del coixí intel·ligent desenvolupat per la FIE per evitar o reduir el risc de l'aparició de les UPP en LM. Se sap que el desenvolupament de les UPP és multifactorial i, tant la pressió, la durada de l'aplicació d'aquesta pressió i el flux sanguini (o oxigenació tissular) es troben entre els principals factors etiològics (Kruger et al., 2013). Un altre factor a tenir en compte en el desenvolupament d'UPP són les alteracions de la regulació de la temperatura corporal des del nivell d'afectació de la lesió medul·lar i la diferent susceptibilitat que presenten diferents teixits a la isquèmia, es a dir a canvis en la micro i macrovascularització (Reuler i Cooney, 1981; Bauer i Phillips, 2008).

És per això que s'ha analitzat el comportament i els canvis de la pell i teixits subcutanis en les dues tuberositats isquiàtiques d'un pilot professional de ral·lis amb antecedents d'UPP, usant el coixí intel·ligent en condicions ambientals extremes de temperatura, humitat i pressió mantinguda durant les 12 etapes de la competició del Ral·li Dakar, considerada la prova de raids més dura fins al moment.

Tal i com es detalla en el marc teòric, en la literatura hi ha consens sobre que l'ús de coixins apropiats és clau per protegir als usuaris de cadires de rodes de les UPP (Levy et al., 2014). En general, els coixins per a cadires de rodes es poden agrupar en tres categories principals segons els materials de què estan fets (aire, gel o escuma de poliuretà). Els coixins que canvien de manera intermitent o contínua les característiques físiques de la superfície de l'assentament per redistribuir la pressió exercida sobre els glutis, poden proporcionar un alleujament de pressió automàtic i han demostrat ser més eficaços que els coixins convencionals (Murata et al., 2014).

El nou coixí analitzat en aquest estudi es tracta d'un coixí de cel·les d'aire que, mitjançant una tecnologia intel·ligent, té la possibilitat de variar, de forma controlada en el temps, la pressió de les cel·les que el configuren. D'aquesta manera, a més d'evitar la pressió excessiva permet, mitjançant un efecte massatge, millorar el flux sanguini a les zones d'alt risc d'ulceració i evitar o reduir el risc dels danys a nivell capil·lar i tissular.

10.1 Respecte la valoració ecogràfica:

Els canvis a nivell de la pell i dels teixits subcutanis que té lloc en la fase crònica de la LM inclouen, entre d'altres, l'atròfia muscular, l'adaptació de la pell al desús i els canvis macro i microvasculars. Aquests canvis tenen un important impacte en l'anatomia funcional i estructural dels glutis i condicionen una major susceptibilitat al desenvolupament d'UPP, en regions com les tuberositats isquiàtiques, durant llargs períodes de sedestació (Gefen, 2014).

Wu i Bogie (2013) van observar que l'atròfia del múscul gluti és relativament major a nivell de les tuberositats isquiàtiques, el que ressalta la necessitat de protegir especialment aquestes regions mitjançant un coixí durant l'ús de cadira de rodes.

L'adaptació de la pell al desús secundària a LM també ha estat investigada. En un estudi realitzat amb ecografia per Yalcin et al., (2013) varen observar que es produeix un aprimament de la pell en els llocs de càrrega durant la sedestació, juntament amb l'enduriment dels restants teixits de la pell. Park et al. (2011) van demostrar que en els pacients amb LM tenen un impacte substancial en els canvis en la distensibilitat, l'elasticitat i la viscoelasticitat, és a dir, en les propietats biomecàniques de la pell. Això col·loca als pacients amb LM en alt risc de desenvolupar UPP superficials, relacionades amb les forces de tensió i cisalla, com a resultat directe d'aquests canvis en la pell.

L'estudi per ecografia ha permès obtenir dades de com responen els diferents teixits a una pressió de 13 hores de mitjana assegut durant 12 dies i amb una forta pressió axial que transmeten els cinturons de seguretat, no coneguda fins a dia d'avui.

10.1.1 Mesures tissulars. Mesures transversals, longitudinals i gruix de la pell.

En l'estudi ecogràfic realitzat a la fi de cada etapa, no s'han trobat diferències estadísticament significatives en la distància transversal ni en la distància longitudinal de la pell entre el isqui dret i l'esquerre del subjecte.

Pel que fa a la distància transversal de l'isqui dret era de 0,94 (DE = 0,22) i la de l'esquerre de 0,98 (DE = 0,17), sent la diferència mitjana entre les dues parts de 0,04. El test aporta un p-valor no significatiu de 0,27. Respecte a la distància

longitudinal de l'isqui dret era de 0,88 (DE = 0,2) i la de l'esquerre de 0,95 (DE = 0,17), sent la diferència mitjana entre les dues parts de 0,07. El test aporta un p-valor no significatiu de 0,18.

Tampoc el gruix del teixit subcutani va mostrar diferències significatives entre les dues tuberositats isquiàtiques. A l'acabar cada etapa el gruix de l'isqui dret era de 0,16 (DE = 0,03) i la de l'esquerre de 0,17 (DE = 0,06), sent la diferència mitjana entre les dues parts de 0,01. El test aporta un p-valor no significatiu de 0,25.

Aquestes dades indiquen que la distribució de pressions exercida pel nou coixí intel·ligent és eficaç per aconseguir que les càrregues suportades per cadascuna de les tuberositats isquiàtiques estiguin compensades, prevenint així que una major càrrega en una d'elles afavoreixi l'aparició d'isquèmia en el teixit de la zona, fins i tot en condicions extremes. A més, aquest resultat és especialment rellevant coneixent els antecedents del pilot d'una major tendència a desenvolupar lesions a la regió de l'isqui dret en comparació amb l'esquerre.

- *Detecció de danys en les primeres fases d'UPP. Aparició de col·lecció líquid subcutani:*

Hi ha dos moments en l'estudi on, mitjançant ecografia, es detecta una col·lecció de líquid a nivell subcutani en l'isqui dret.

1.- La primera detecció de líquid es produeix previ a la competició amb l'ús d'un coixí convencional.

En el viatge de Barcelona a Paraguai, on el pilot està assegut més de 19 hores, s'observa a l'arribada una lesió de primer grau (eritema) a l'isqui dret que millora a les 24 hores.

És a partir 36 hores del viatge que s'observa una col·lecció de líquid subcutani al isqui dret (annex pag. 148, **Figures 14.1.37., 14.1.38, 14.1.39.**). Aquest vessament subcutani és manté durant tres dies. Un cop s'inicia la competició i el pilot utilitza el coixí intel·ligent, la valoració ecogràfica, acabada la primera etapa, mostra una disminució notable, mostrant total normalitat acabada la segona etapa.

Es important remarcar que les dues primeres etapes són de 454 i 812 km respectivament i que està pilotant una mitjana de 11,09 hores.

2.- Segona detecció de líquid durant la competició:

En la vuitena etapa de 892 km, de Uyuni (Bolívia) a Salta (Argentina), unes intenses pluges provoquen inundacions i lliscaments de terres obligant als participants a realitzar un enllaç de 600 km més. El pilot resta 20 hores i 56 minuts assegut al bucket del cotxe. Passades 24 hores d'aquest fet es torna a detectar la col·lecció de líquid a nivell subcutani, aquest cop sense eritema. Durant les darreres 4 etapes per acabar el Dakar, tot i fer una mitjana de 15,20 hores assegut al bucket i 802 km diaris de mitjana, en la darrera etapa la col·lecció de líquid és pràcticament inexistent. (annex **Figures, 14.2.95.** pàg. 176 i **figures 14.2.106. i 14.2.107.** pàg. 179)

Aquest fet confirmaria els resultats de la recerca d'Oliveirai et al., al 2017 on conclouen que l'US juntament amb la humitat subdèrmica (SEM, sub-epidermal moisture) són els millors mètodes per detectar dany precoç de la pell/teixit. Aquest mateix estudi col·loca la fotografia (imatge visual) com el mètode menys fiable a l'hora de predir de forma precoç la presència d'UPP. En el nostre estudi l'eritema es va mostrar en el primer cas però no ho va fer en la segona ocasió. El fet de que, tot i seguir competint, el vessament subcutani tingui tendència a normalitzar-se, són resultats francament esperançadors. Aquest fet podria explicar-se pel mecanisme del coixí de repartir la pressió i variar, de forma controlada en el temps, la pressió en cadascuna de les cel·les que configuren el coixí. D'aquesta manera, a més d'evitar una pressió excessiva durant un temps que generi risc d'ulceració, permet un efecte "massatge" en variar les pressions de les diferents cel·les del coixí de manera sincronitzada, evitant els danys a nivell capil·lar i millorant el flux sanguini.

Observem que, en les dues ocasions que apareix la col·lecció de líquid subcutani, es produeix com a resposta a la desproporció de les hores seguides assegut (19h i 20,56h respectivament) i és interessant remarcar que, aquesta resposta, no és immediata sinó que es produeix passades les primeres 24h.

10.1.2 Vascularització

S'ha demostrat una associació entre la pressió externa que suporten els teixits superficials i la reducció del seu flux sanguini, i tots dos factors es relacionen amb l'aparició d'UPP (Ek et al., 1987; Jan et al., 2010; Sonenblum et al., 2011).

Els canvis en la perfusió tissular amb la microvascularització alterada en pacients amb UPP es deu, en gran mesura, a la disfunció simpàtica sobre el sistema cardiovascular. Diverses revisions de literatura que recullen les dades de biòpsies musculars, descriuen la disminució en nombre i grandària dels capil·lars que nodreixen les fibres del múscul esquelètic dels pacients amb LM (Scelsi, 2001; Ruschkewitz i Gefen, 2011). Això fa que els músculs atrofiats dels LM siguin més propensos a la isquèmia, particularment durant els episodis de baixa pressió sanguínia.

Si als fets descrits hi afegim que el pacient ja ha sofert nafres a les dues zones isquiàtiques i dues cirurgies, la possibilitat de localitzar vascularització a la zona isquiàtica és molt baixa. Els estudis que s'han anat realitzant en aquets darrers anys així ens ho demostren. El pilot, per tots aquets antecedents, és un pacient d'alt risc de repetir UPP.

En l'estudi, l'anàlisi de la vascularització de les regions isquiàtiques mitjançant US-D, no s'han observat diferències estadísticament significatives, entre el isqui dret i l'esquerre, al finalitzar les etapes de la competició. Un resultat interessant és que els dies previs a la cursa, l'isqui dret va presentar vascularització, pel fet que durant el viatge el pilot va patir una lesió de primer grau al isqui dret, resolent-se amb el descans previ a la cursa. Això pot indicar la capacitat del coixí intel·ligent per compensar la tendència reactiva vascular al isqui dret (a causa de les patologies prèvies d'aquesta zona respecte a l'esquerra), en comparació amb el coixí convencional que el subjecte va utilitzar durant el viatge.

Aquest fet es podria explicar com una hiperèmia reactiva, és a dir, la resposta microvascular al restabliment del flux sanguini després d'un període de flux reduït, a causa, per exemple, a deformacions tissulars sostingudes, difereix entre els pacients amb LM i els individus sans. En un estudi que avaluava la perfusió mitjançant làser Doppler (fluxòmetre vascular), els pacients amb LM, van experimentar una major perfusió en els teixits de la pell dels glutis, després d'un

període de pressió induïda per l'obstrucció vascular de la pell que els subjectes control (Thorfinn et al., 2006). Això probablement indica que la pell dels LM experimenta condicions isquèmiques més severes quan se sotmet a càrregues, en comparació amb la resposta de la pell sana a les mateixes condicions de càrrega.

Per tant, els estudis esmentats anteriorment, suggereixen que el múscul i la pell dels pacients amb LM, pateixen canvis micro i macroestructurals amb el temps, que fan que aquests teixits es tornen més sensibles al desenvolupament d'isquèmia, especialment a les regions isquiàtiques, quan els individus romanen en sedestació més temps encara. Per aquesta raó, per valorar l'efectivitat del nou coixí, analitzem els canvis en la pell i el teixit subcutani, així com la vascularització de les tuberositats isquiàtiques del subjecte, després d'estar sotmès a condicions extremes durant el desenvolupament de cada etapa diària de la competició.

Únicament en la onzena etapa (i penúltima) es detecten petits vasos en ambdues tuberositat. Aquest fet podria interpretar-se per les altes temperatures en que va transcorre l'etapa, passant pel desert de San Juan, on les temperatures es varen apropar als 50°. En la dotzena etapa ja no es va detectar activitat vascular en cap de les dues zones d'estudi.

10.2 Respecte la valoració amb CT:

Degut al fet que el pilot pateix una alteració de la regulació tèrmica corporal a partir del nivell metamèric afectat, l'avaluació de la temperatura de la pell com a factor de risc d'UPP, resulta d'especial rellevància.

S'han analitzat les temperatures mínimes, màximes i mitjanes de cada zona isquàtica abans i després de cada etapa. També s'ha realitzat aquest anàlisi de temperatures mínimes, màximes i mitjanes entre isquis al inici i al final de l'etapa. Per a les temperatures mitjana i mínima no trobem diferències significatives ni entre l'inici i el final d'etapa, ni entre les dues tuberositats isquiàtiques.

Quan mesurem la temperatura màxima de la pell dels isquis, mitjançant CT, sí que observem diferències significatives entre l'inici i el final d'etapa; en canvi no trobem diferències significatives quan realitzem la comparació entre isqui dret i esquerre.

Abans de l'inici de cada etapa la temperatura màxima de la pell a l'isqui dret va ser de 33,97°C (DE = 1,88), i a l'acabar l'etapa, la màxima va ser de 32,62°C (DE = 2,04); la mitjana d'augment de la temperatura màxima entre abans i immediatament després de cada etapa va ser de 1,35°C, mostrant una significació estadística amb un p-valor = 0,023. A l'isqui esquerre la temperatura abans de cada etapa té una màxima de 34,38°C (DE = 1,54) i, a l'acabar l'etapa, de 33,09°C (DE = 1,9), també es va obtenir significació estadística (p-valor = 0,038).

A l'hora de seleccionar el coixí apropiat per prevenir UPP, és important considerar, a més de la distribució de pressió, el control del microclima (temperatura i humitat) entre la interfície cos-seient. Podem interpretar aquestes diferències significatives en les temperatures màximes en la mitjana de més de 13 hores seguides de conducció diària.

10.3 Respecte al punter làser

Mesurem també la temperatura mitjana de la pell dels isquis usant un punter làser. De manera similar a l'anàlisi mitjançant CT, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre l'inici i el final d'etapa, ni tampoc entre el isqui dret i l'esquerre. Aquestes dades posen de manifest la capacitat del coixí per prevenir l'augment de temperatura de la pell de les tuberositats isquiàtiques en un subjecte amb alt risc de patir una desregulació tèrmica en aquestes regions.

10.4 Hores de pilotatge

Les pressions són majors en les zones de la pell que recobreixen les prominències òssies, on els punts de suport del pes entren en contacte amb les superfícies externes. Bauer i Phillips descrivien que un pacient assegut produeix pressions de fins a 300 mm Hg sobre la tuberositat isquiàtica (Bauer i Phillips, 2008).

L'equació "pressió + temps = úlcera" defineix de forma clara el concepte d'UPP. S'ha demostrat que aplicar una pressió baixa durant un període llarg de temps provoca més dany tissular que una pressió alta durant un període de temps curt. (Kruger et al., 2013).

L'aplicació de pressió ha estat el factor més freqüentment utilitzat per avaluar els resultats de dispositius, com coixins per a cadires de rodes, en la prevenció del desenvolupament d'UPP. Això és degut a que un règim regular d'alleujament de pressió és essencial per minimitzar el risc de desenvolupar UPP. Així, es recomana que els LM canviïn de posició cada dues hores quan romanen estirats al llit i realitzin procediments d'alleugeriment de pressió cada 15-20 minuts quan es troben asseguts a la cadira de rodes. No obstant això, les persones que tenen manca de mobilitat i sensibilitat solen trobar molt dur seguir un règim tan rigorós, ja que no experimenten dolor ni incomoditat i també perquè no poden fer-ho de forma independent. (Ho i Bogie, 2007).

El pilot ha estat una mitjana de **13h 33m** assegut durant 12 dies seguits al coixí intel·ligent durant la competició del Dakar'17. Mai en cap estudi s'ha realitzat una aplicació de pressió i durada com la realitzada amb el pilot.

El dia de pilotatge més curt ha estat de 5,10h durant la sisena etapa quan, degut a dos dies d'intenses pluges, l'organització es veié obligada a anul·lar l'etapa d'Oruro a la Paz.

El dia de pilotatge més llarg va ser durant la 8ena etapa de 892 km, (de Uyuni (Bolívia) a Salta (Argentina), on es passen de 3.670 metres a 1.187 metres d'altitud. Plugues molt intenses provoquen tràgiques esllavissades a la província de Jujuy amb varies víctimes mortals i un miler de persones evacuades. Obliguen a fer un enllaç de 600 km més. El pilot arriba a les 05,00h de la matinada, **passant 20 hores i 56 minuts** assegut al bucket del cotxe. Poca cosa es pot afegir.

Els coixins dinàmics per a cadires de rodes poden proporcionar un mitjà per reduir o variar les pressions d'interfície mentre s'està assegut. Nombrosos autors han investigat diversos coixins per a cadires de rodes i sistemes de seients per intentar determinar quins ofereixen una major reducció de la pressió o el factor de risc per prevenir l'aparició d'UPP en persones amb LM.

El nostre pilot va acabar el Dakar 2009 sense lesions d'UPP.

Podem afirmar que el coixí de la FIE ha superat un estudi en condicions extremes.

11 CONCLUSIONS:

11.1 Conclusions de la part teòrica

D'acord amb la revisió de literatura realitzada en el present treball, podem concloure que:

1. La prevenció de les UPP en les persones amb LM que usen cadira de rodes és complexa. Han de considerar-se no només els aspectes més evidents, com els canvis en la postura i la posició, l'ús de les extremitats superiors per a realitzar pulsions, sinó també canvis que poden passar més desapercebuts, principalment atribuïts al desús dels teixits que afecta l'anatomia i fisiopatologia interna (comportament de teixits i estructures que es veuen afectades per la lesió).
2. La major part de la literatura disponible consisteix en estudis de cohorts retrospectius i prospectius, estudis de casos i alguns assaigs clínics aleatoritzats. Aquests estudis suggereixen la importància del disseny, la funcionalitat i l'adaptació dels coixins de cadires de rodes per a la prevenció de les UPP.
3. Específicament, un coixí adequat ha de promoure una postura el més equilibrada possible sense comprometre la capacitat funcional del coixí per a minimitzar les deformacions internes del teixit en la major mesura possible i en qualsevol postura transitòria o sedentària.
4. L'elecció del tipus de coixí s'ha d'adaptar a les característiques anatòmiques i funcionals de la persona, qui ha de rebre les instruccions suficients en relació a l'ús adequat del mateix que permetin allargar al màxim la vida útil del coixí.
5. En quant a la capacitat per distribuir la pressió de forma efectiva, el tipus de material sembla no ser tan rellevant com la incorporació de tecnologies que modifiquin les característiques físiques del coixí per aconseguir una redistribució dinàmica de la pressió. Els coixins dinàmics representen una alternativa més eficaç que els coixins convencionals per prevenir les UPP, al proporcionar un alleujament automàtic de la pressió exercida sobre els glutis.

11.2 Conclusions de l'estudi científic

En base als resultats experimentals obtinguts en el present treball, podem arribar a les següents conclusions:

1. El nou coixí intel·ligent desenvolupat és eficaç per prevenir les UPP en un pilot de ral·lis, amb elevat risc de patir aquest tipus de lesions, durant la sedestació en llargs períodes i en les condicions ambientals extremes que tenen lloc durant les etapes del Ral·li Dakar, considerada la cursa de major duresa dins d'aquest tipus de competicions.
2. A diferència del coixí convencional usat habitualment pel subjecte de l'estudi, el nou coixí resulta eficaç per prevenir els canvis en la pell i en el gruix del teixit subcutani de les tuberositats isquiàtiques, durant condicions extremes.
3. El coixí intel·ligent estudiat mostra una major capacitat, en comparació amb el coixí convencional que el subjecte va utilitzar els dies previs a la competició, per prevenir l'empitjorament de la vascularització a les regions isquiàtiques quan és utilitzat en condicions extremes.
4. A més de distribuir la pressió, el coixí intel·ligent és capaç de controlar eficaçment la temperatura de la pell de les tuberositats isquiàtiques, factor que també contribueix a reduir el desenvolupament d'UPP i és especialment rellevant en persones amb alteració de la termoregulació, com el subjecte de l'estudi.
5. L'absència de diferències en les anàlisis entre les dues tuberositats isquiàtiques del subjecte indica que la redistribució de la pressió exercida pel nou coixí intel·ligent és capaç de compensar la major tendència d'aquest a patir lesions per pressió en l'isqui dret en comparació amb l'esquerre (on es va realitzar, en una de les cirurgies, una isquiectomia), donant com a resultat la no aparició de lesions ni UPP en aquest cas, en condicions extremes i amb pacient amb LM i amb antecedents patològics relacionats.

Com a conclusió final, aquest estudi posa de manifest l'efectivitat del nou coixí per a cadires de rodes, format per cel·les d'aire i amb tecnologia

intel·ligent de distribució de la pressió, per prevenir o reduir el risc de desenvolupar d'UPP durant períodes de sedestació perllongada.

L'ús d'aquest coixí pot proporcionar un gran benefici per a la població de LM, que sovint pateixen UPP, al millorar de forma important la seva qualitat de vida.

12 LIMITACIONS:

L'estudi presenta una sèrie de limitacions. En primer lloc, es tracta de l'estudi d'un cas en què un sol participant ha utilitzat el nou coixí analitzat. Això es deu a la dificultat d'incloure més subjectes amb LM que provessin el coixí, ja que l'estudi s'ha desenvolupat durant la realització de Ral·li Dakar, sent poc freqüent que, una persona que fa servir cadira de rodes, participi en aquest tipus de proves. En contrapartida, un punt fort de l'estudi és precisament que tingués lloc en aquesta competició, en la qual es donen condicions de temperatura, humitat i pressió mantinguda summament extremes, ja que provar l'eficàcia del coixí en aquestes condicions fa esperar que el seu ús en condicions normals aconseguixi prevenir encara més el desenvolupament d'UPP.

Una altra limitació de l'estudi és que l'anàlisi dels efectes del coixí avaluat no s'han realitzat comparativament amb els d'un altre coixí que s'utilitzés com a control en les mateixes condicions de l'estudi. En aquest aspecte, malgrat no es va realitzar cap estudi del comportament de la zona isquiàtica, pot tenir-se en consideració que l'any 2009 el pilot va patir lesions molt severes d'UPP amb un coixí convencional en el mateix tipus de prova. Recordar també que el pilot, en els dies previs a la competició, va utilitzar el seu coixí habitual. En el viatge al Paraguai, durant el que va passar força hores sense canviar de posició, va mostrar una lesió de primer grau al isqui dret, sent les condicions enormement millors que les condicions extremes de la competició.

Una altra limitació de l'estudi és que, malgrat s'han realitzat diferents estudis del coixí intel·ligent tant en la cadira de rodes com en el bucket de competició, aquets sempre s'han realitzat amb el mateix usuari.

13 FUTURES LÍNIES DE RECERCA:

Basant-nos en les dades obtingudes per altres autors, juntament amb els resultats d'aquest treball, la utilització d'un coixí de distribució de la pressió representa un mitjà eficaç per prevenir el desenvolupament d'UPP en persones que usen cadires de rodes.

La incorporació de tecnologies dinàmiques i intel·ligents, com el nou coixí estudiat en aquest treball, sembla ser la forma més efectiva fins al moment per

aconseguir un adequat alleujament de la pressió quan aquestes persones passen llargs períodes asseguts i no poden realitzar moviments o maniobres de pulsó per alleujar les zones crítiques. Per aquesta raó, la investigació i el desenvolupament de nous coixins per a cadires de rodes s'hauria de centrar en aquest tipus de tecnologies intel·ligents de distribució de la pressió.

Calen realitzar estudis en subjectes que fan servir cadira de rodes, amb LM o altres patologies amb limitació de la mobilitat, que avaluïn l'efecte del nou coixí en les condicions habituals d'ús i en comparació amb el coixí normalment usat pels participants.

Són necessaris estudis de qualitat amb una mostra significativa per garantir que els coixins que arribin al mercat siguin segurs i eficaços per als usuaris de cadires de rodes amb alt risc de desenvolupar UPP, com és la població de LM.

14 ANNEXES:

Figures i taules SEGONA PART: ESTUDI CIENTÍFIC

6. METODOLOGIA DE LA RECOLLIDA DE DADES:

Codi registre....: 0003048/17 [1241581]			
Estat.....: FINALITZADA			
Pacient.....: ISIDRE ESTEVE PUJOL [607592]			
Dt./hr. realització...: DIVENDRES, 23 DE FEBRER DE 2017 [09:03]			
Especialitat.....:			
Prof. Productor...:			
Diagnòstic.....: ARTRITIS			
Centre Origen.....:			
Centre Destí.....: CAR SANT CUGAT (CAR)			
Especialitat Con.: MEDICINA DE L'ESPORT [2601]			
Prof. Consumidor.: POMES DIES, TERESA [0137]			

-BIOQUÍMICA-			
Ser-Glucosa; c	4,11	mmol/L	[4,11 - 5,89]
Ser-Urea; c	4,2	mmol/L	[2,76 - 8,07]
Ser-Creatinina; c	*40	umol/L	[62 - 106]
Mètode: Jaffe compensat			
Ser-Urat; c	*420	umol/L	[202,3 - 416,5]
Ser-Milirubina; c	13,3	umol/L	[0,00 - 24,00]
Ser-Colesterol; c	3,98	mmol/L	[0,00 - 24,00]
Risc baix: < 20 mmol/L (< 200 mg/dl)			
Risc moderat: 2.20 - 6.20 mmol/L (200 - 240 mg/dl)			
Risc alt: > 6.20 mmol/L (> 240 mg/dl)			

Ser-Colesterol de lipoproteïnes d'alta densitat, c			
	1,7	mmol/L	
Mètode:			
Risc baix: > 1.45 mmol/L (> 55 mg/dl)			
Risc moderat: 0.90 - 1.45 mmol/L (35 - 55 mg/dl)			
Risc alt: < 0.90 mmol/L (< 35 mg/dl)			

Dones			
Risc baix: > 1.68 mmol/L (> 65 mg/dl)			
Risc moderat: 1.15 - 1.68 mmol/L (45 - 65 mg/dl)			
Risc alt: < 1.15 mmol/L (< 45 mg/dl)			

Ser-Triglicèrids; c			
Ser-Colesterol de lipoproteïnes de baixa densitat, c			
	2,1	mmol/L	
Risc baix: < 2.59 mmol/L (< 100 mg/dl)			
Risc moderat: 2.59 - 4.14 mmol/L (100 - 160 mg/dl)			
Risc alt: > 4.14 mmol/L (> 160 mg/dl)			

Ser-Aspartat-aminotransferasa; b			
Ser-Alanina-aminotransferasa; b			
Ser-Gama-Glutamiltransferasa; b			
Ser-Fosfatasa alcalina; b			
Ser-Creatina-quina (CK); b			
Ser-Calc(i); c			
Ser-Fosfat (no esterificat); c			
Estimació del filtrat glomerular			
	> 90	mL/min/1.73m2	
(Segons equació CKD-EPI creatinina [2009])			
Valor discriminant: > 60 mL/min/1.73m2			
(Multiplicar x 1.159 si és de raça negra)			

Ser-Ferro (II+III); c	25	umol/L	[0,83 - 34,50]
Ser-Transferrina; g	2,5	g/L	[2,0 - 3,6]
Ser-Ferritina; g	192	ng/mL	[30,0 - 400,0]
Ser-Fosfat(i); unit a	62,3	mmol/L	
Transferrina (TIBC); c	40,13	%	[20 - 45]

-BIOQUÍMICA-			
Ser-Proteïna C reactiva			

Figura 6.2.2 Anàlisi abans del Dakar.

(Inflamenable); c, massa			
	*3,72	mg/L	[0,00 - 3,00]
Risc cardiovascular alt: > 5.00 mg/L			
Atenció: Canvi de mètode a partir del 06/11/2019			

-HORMONES-			
Ser-Tiroxina (no unida a proteïna), c	17,16	pmol/L	[10,25 - 23,16]
Ser-Tirotròpic; c arb	1,59	mU/L	[0,27 - 4,2]
Ser-Calcidiol (25-OH-Vitamina D); c	79,97	nmol/L	
Deficiència < 30 nmol/L (< 12 ng/mL)			
Insuficiència 30 - 50 nmol/L (12 - 20 ng/mL)			
Adequat > 50 nmol/L (> 20 ng/mL) Valor indicatiu d'intoxicació potencial > 250 nmol/L (100 ng/mL) Atenció: Nova valor de referència a partir del 24/04/2019			
Ser-Triiodotiroxina lliure; c	5,37	pmol/L	[3,1 - 6,8]

-SEROLOGIA-			
Ser-Ac. IgM Citomegalovirus (confirmació per ELISA)			
Zona gris, resultat dubtós, recomanem nova mostra, Positiu			
Ser-Ac. IgG EBNA			
Ser-Antic. IgM contra el Citomegalovirus, c arb			
Positiu dubi			
Es recomana equament serològic per confirmar sero conversió.			
Ser-Ac. IgM Citomegalovirus	*20,52	U/ml	[0 - 0,5]
0.5 - 1 U/ml. valor indeterminat			
> 1 U/ml. es considera positiu			
Ser-Ac. IgM Parvovirus			Negatiu
Ser-Ant. IgG Parvovirus			Positiu

-HEMATOLOGIA-			
Ser-Leucòcits; C	7,11	x10 ⁹ /L	[4 - 10]
Ser-Eritròcits; C	4,61	x10 ¹² /L	[4,50 - 5,50]
Ser(Hem)-Hemoglobina; g	14	g/dL	[13 - 17]
Ser-Hematòcrit; b	42,6	%	[40 - 50]
(Ser)Ery-Volum Corpuscular Mitjà, v	92,4	fL	[83 - 101]
(Ser)Ery-Hemoglobina Corpuscular Mitjana, a	30,4	pg	[27 - 32]
(Ser)Ery-Concentració Corpuscular Mitjana d'Hemoglobina (M), c	32,9	g/dL	[31,5 - 34,8]
(Ser)Ery-índex distribució d'Hematies	*15,3	%	[11,6 - 14]
(Ser)Ery-Volum Plaquetar Mitjà, v	380	x10 ⁹ /L	[150 - 410]
Ser-Plaquetes; C	10,6	fL	[9,4 - 12,6]
(Ser)Ery-índex distribució d'Hematies	40,5	%	[40 - 80]
Ser-Neutròfils; C	2,88	x10 ⁹ /L	[2 - 7]
Ser(Lim)-Linfòcits; q	*4,4	%	[20 - 40]
Ser-Linfòcits; C	*3,23	x10 ⁹ /L	[1 - 3]
Ser(Lim)-Monòcits; q	*11,4	%	[2 - 10]
Ser(Lim)-Eosinòfils; q	0,8	x10 ⁹ /L	[0,2 - 1]
Ser(Lim)-Basòfils; q	2	%	[1 - 6]
Ser(Lim)-Trombòcits; q	0,14	x10 ⁹ /L	[0,02 - 0,5]
Ser(Lim)-Reticulòcits; q	0,6	%	[0,2 - 2]
Ser(Lim)-Reticulòcits; q	0,06	x10 ⁹ /L	[0,02 - 0,1]
(Ser)Ery-Reticulòcits; q	*42,9	x10 ⁹ /L	[50 - 100]
(Ser)Ery-Fracció de reticulòcits	9,3	%	[10,00 arb [5 - 25]
Ser-Eritrosedimentació; l	*14	mm	[0 - 10]

Tubo.....			
SERUM [1], LUNA [2].			

Figura 6.2.3 Anàlisi abans del Dakar.

Codi registre....: 0003048/17 [1241581]			
Estat.....: FINALITZADA			
Pacient.....: ISIDRE ESTEVE PUJOL [607592]			
Dt./hr. realització...: DIVENDRES, 10 DE FEBRER DE 2017 [09:18]			
Especialitat.....:			
Prof. Productor...:			
Diagnòstic.....: CONTROL			
Centre Origen.....:			
Centre Destí.....: CAR SANT CUGAT (CAR)			
Especialitat Con.: MEDICINA DE L'ESPORT [2601]			
Prof. Consumidor.: TIL PEREZ, JUDIT [0622]			

-BIOQUÍMICA-			
Ser-Glucosa; c	4,29	mmol/L	[4,11 - 5,89]
Ser-Urea; c	4,4	mmol/L	[2,76 - 8,07]
Ser-Creatinina; c	*48	umol/L	[62 - 106]
Mètode: Jaffe compensat			
Ser-Urat; c	*435	umol/L	[202,3 - 416,5]
Ser-Milirubina; c	3,2	umol/L	[0,00 - 24,00]
Ser-Aspartat-aminotransferasa; b	0,6	ukat/L	[0,00 - 0,67]
Ser-Alanina-aminotransferasa; b	*0,84	ukat/L	[0,00 - 0,68]
Ser-Gama-Glutamiltransferasa; b	*1,6	ukat/L	[0,17 - 1,19]
Ser-Fosfatasa alcalina; b	1,37	ukat/L	[0,67 - 2,15]
Ser-Creatina-quina (CK); b	1,11	ukat/L	[0,65 - 2,14]
Ser-Calc(i); c	2,47	mmol/L	[2,15 - 2,50]
Ser-Fosfat (no esterificat); c	1,25	mmol/L	[0,81 - 1,45]
Estimació del filtrat glomerular			
	> 90	mL/min/1.73m2	
(Segons equació CKD-EPI creatinina [2009])			
Valor discriminant: > 60 mL/min/1.73m2			
(Multiplicar x 1.159 si és de raça negra)			

Ser-Proteïna; g	69	g/L	[64 - 83]
Ser-Ferritina; g	135	ng/mL	[30,0 - 400,0]

-HEMATOLOGIA-			
Ser-Leucòcits; C	9,68	x10 ⁹ /L	[4,00 - 10,00]
Ser-Eritròcits; C	4,66	x10 ¹² /L	[4,50 - 5,50]
Ser(Hem)-Hemoglobina; g	14,3	g/dL	[13,0 - 17,0]
Ser-Hematòcrit; b	43,7	%	[40,0 - 50,0]
(Ser)Ery-Volum Corpuscular Mitjà, v	93,8	fL	[83,0 - 101,0]
(Ser)Ery-Hemoglobina Corpuscular Mitjana, a	30,7	pg	[27,0 - 32,0]
(Ser)Ery-Concentració Corpuscular Mitjana d'Hemoglobina (M), c	32,7	g/dL	[31,5 - 34,5]
(Ser)Ery-índex distribució d'Hematies	*14,9	%	[11,6 - 14,0]
(Ser)Ery-Volum Plaquetar Mitjà, v	354	x10 ⁹ /L	[150 - 410]
Ser-Plaquetes; C	10,6	fL	[9,4 - 12,6]
(Ser)Ery-índex distribució d'Hematies	45	%	[40,0 - 80,0]
Ser-Neutròfils; C	4,26	x10 ⁹ /L	[2,00 - 7,00]
Ser(Lim)-Linfòcits; q	*42,8	%	[20,0 - 40,0]
Ser-Linfòcits; C	*4,14	x10 ⁹ /L	[1,00 - 3,00]
Ser(Lim)-Monòcits; q	9,2	%	[2,0 - 10,0]
Ser(Lim)-Eosinòfils; q	0,89	x10 ⁹ /L	[0,20 - 1,00]
Ser(Lim)-Basòfils; q	2,4	%	[1,0 - 6,0]
Ser(Lim)-Reticulòcits; q	0,23	x10 ⁹ /L	[0,02 - 0,50]
Ser(Lim)-Reticulòcits; q	0,6	%	[0,2 - 2,0]
Ser-Eritrosedimentació; l	0,06	x10 ⁹ /L	[0,02 - 0,10]

Tubo.....			
SERUM [1], LUNA [2].			

Figura 6.2.4 Anàlisi després del Dakar.

8. RAONAMENT BIOÈTIC



**COMPROMÍS DE L'INVESTIGADOR I COL·LABORADORS /
ACCEPTACIÓ DELS SERVEIS IMPLICATS**

Sr./ Miquel Àngel Cos i Morera



Servei: Departament de Fisioteràpia i Readaptació a l'Activitat Física del CAR de St. Cugat

Centre: Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat del Vallès
Avinguda Alcalde Barnils, 3-5, 08174 de Sant Cugat del Vallès

Dades de contacte:
Telèfon: + 34 609324209
E-mail: mcos@car.edu


Faig constar:

- Que tota la informació proporcionada és veraç.
- Que ha avaluat el protocol de l'estudi post-autorització (EPA) / projecte d'investigació, titulat: "Efectivitat d'un model de coixí intel·ligent per a la prevenció de lesions cutànies en un pacient amb lesió medul·lar en condicions extremes – DAKAR 2017".
- Que l'estudi post-autorització (EPA) / projecte d'investigació respecta les normes ètiques aplicables a aquest tipus d'estudis.
- Que accepta participar com a investigador principal en aquest estudi post-autorització (EPA) / projecte de recerca.
- Que compta amb els recursos materials i humans necessaris per dur a terme l'estudi post-autorització (EPA) / projecte d'investigació, sense que això interfereixi en la realització d'altres tipus d'estudis ni en altres tasques que tingui habitualment assignades.
- Que no s'iniciarà l'estudi fins a obtenir l'informe favorable per part de Comitè.
- Que es compromet que cada subjecte sigui tractat i controlat seguint el que estableix el protocol amb dictamen favorable pel Comitè Ètic d'Investigació amb Medicaments (CEIM) i autoritzat per l'Agència Espanyola del Medicament i Productes Sanitaris i / o la Comunitat Autònoma (segons procedeixi).




- Que respectarà les normes ètiques i legals aplicables a aquest tipus d'estudis i seguirà les normes de bona pràctica clínica en la seva realització.
- Que els col·laboradors que necessita per realitzar l'estudi post-autorització (EPA) / projecte d'investigació proposat són idonis i que en aquest document manifesten la seva acceptació a participar.
- Que no té cap tipus de relació directa o indirecta amb la fabricació industrial, la distribució o la comercialització de medicaments, medicaments en fase d'investigació clínica o productes sanitaris.
- Que enviarà al Comitè una fotocòpia de l'autorització per part de l'Agència Espanyola del Medicament i Productes Sanitaris i / o la Comunitat Autònoma (segons escaigui).
- Que comunicarà a l'CEIM la data d'inici i si es cancel·la l'estudi ho comunicarà, especificant els motius.
- Que es mantindran, sota la meua supervisió directa, registres del procés experimental a disposició dels membres de Comitè que així ho sol·licitin.
- Que col·laborarà amb el promotor per informar l'CEIM de qualsevol modificació rellevant i de el desenvolupament de l'estudi mitjançant un informe anual, comunicant totes les incidències que sorgeixin i especialment els efectes indesitjables que es produeixen, i fent arribar un informe final quan l'estudi finalitzi.
- Si qualsevol de les anteriors condicions es veïés incompleta, entenc que el Comitè pot paraitzar o modificar el projecte en curs.


A Sant Cugat, a u de novembre del 2016



Signat: Miquel Àngel Cos i Morera
DNI 39.169.911Z

Figures 8.1. i 8.2. Compromís de l'investigador

 **CRF**
Centre de Recerca
en Fisioteràpia

 **Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social**
Instituto de Investigación Biomédica de Sevilla
IIBS

Consentiment Informat

Títol del projecte de investigació:
Efectivitat d'un model de coixí intel·ligent per a la prevenció de lesions cutànies en un pacient amb lesió medul·lar en condicions extremes – DAKAR 2017

Dins del marc del projecte de la Fundació Isidre Esteve de la creació i patent d'un coixí de prevenció d'úlceres per pressió per a un bucket de vehicle de competició i posterior aplicació a cadires de rodes convencionals.

Per favor, llegiu atentament aquest document de consentiment abans de decidir-vos a participar en aquest estudi.

Objectiu de la investigació:
El propòsit d'aquesta investigació és avaluar els efectes i comportament de la pell en cada etapa del ral·li Dakar 2017 realitzat a Paraguai, Bolívia i Argentina amb el coixí de la Fundació Isidre Esteve, mitjançant la valoració de la temperatura, vascularització i gruix dels teixits en ambdues tuberositats isquiàtiques.

Què es sol·licitarà:
Endemés de sol·licitar dades bàsiques, durant l'estudi es realitzaran valoracions d'ambdues zones isquiàtiques.

Riscos i beneficis:
En els estudis previs no s'ha detectat cap risc per a la salut. En cas de detectar o preveure risc per la salut s'informarà immediatament.

Compensació:
Hi ha el compromís per part del doctorant de donar a conèixer els resultats i dades de l'estudi a la FIE sense cap compensació.

Confidencialitat:
Recomanacions de Bona Pràctica Clínica: aquest estudi s'acull a les recomanacions de bona pràctica clínica, a la Declaració d'Hèlsinki de l'Associació Mèdica Mundial (modificada en la 64a Assemblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013) i amb la normativa legal aplicable. Per tant, l'investigador involucrat signarà un certificat d'haver llegit i comprès aquesta declaració (veure anxiu de Compromís de l'investigador, que ha de constar en els annexos). Cal mantenir un control rigorós i continu de la qualitat, que pugui garantir l'exactitud i el rigor científic de les dades obtingudes, mantenint les condicions d'homogeneïtat durant el procés de recollida de la informació.

Informació que serà proporcionada als participants i tipus de consentiment que serà sol·licitat en l'estudi: el present estudi es preveu que contingui un únic participant. El model d'informació que li serà proporcionada i el tipus de consentiment informat que se

4

 **CRF**
Centre de Recerca
en Fisioteràpia

 **Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social**
Instituto de Investigación Biomédica de Sevilla
IIBS

sol·licitarà seran especificats en els annexos a l'efecte. Així mateix, en els annexos de constar, en cas necessari, un Full de Renúncia per permetre el participant abandonar l'estudi en qualsevol moment. El participant serà verbalment informat durant el procés d'inclusió en l'estudi per part d'un dels investigadors i els serà sol·licitat el consentiment informat.

Confidencialitat:
En tot moment s'han de mantenir les normes més estrictes de conducta professional i confidencialitat, i el compliment del Reglament 2016/679 de el Parlament Europeu i de Consell de 27 d'abril de 2016 relatiu a la protecció de les persones físiques (RGPD) i Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de Protecció de Dades Personals i Garantia dels Drets Digitals (LOPD-GDD). El dret del participant a la confidencialitat és primordial. La identitat del participant en els documents de l'estudi ha de ser codificada, i únicament les persones autoritzades tindran accés a detalls personals identificables en el cas en què els procediments de verificació de dades exigeixin la inspecció d'aquests detalls. Els detalls personals identificables s'hauran de mantenir sempre confidencials i únicament tindran accés a ells l'investigador principal, el promotor i les persones autoritzades per aquests i les autoritats sanitàries corresponents.

Respecte a la confidencialitat, el pilot Isidre Esteve, subjecte de l'estudi, fa constar que, essent uns dels promotors del projecte i degut a la seva projecció mediàtica, renuncia a la confidencialitat i fa la petició de que no s'utilitzi l'anonimat.

Aquest consentiment informat es mantindrà en lloc segur per part dels investigadors principals i es destruirà al cap de 5 anys després de finalitzar la investigació. Quan l'estudi s'hagi completat i analitzat les dades, tota la base de dades serà anonimitzada i posada a disposició de la resta d'investigadors / es interessats / des.

Participació Voluntària
La participació en aquest estudi és completament voluntària. No hi ha cap penalització per no participar-hi.



Troballes incidentals
Durant un estudi, l'investigador pot descobrir alguna cosa que no estava buscant. Això es coneix com un "troballa incidental". Aquestes troballes inesperades no estan relacionats directament amb la investigació, però poden revelar informació important sobre la salut d'un participant voluntari.

La decisió de compartir els resultats i troballes inesperades de la investigació depèn de el tipus d'informació i de les seves preferències com a participant voluntari. Els investigadors podrien informar tots els resultats o una part, durant o al finalitzar l'estudi. També és possible que els investigadors no l'informin de cap resultat o troballa incidental.

En el cas d'aparèixer alguna troballa incidental en el procés de la present investigació, aquest serà en tot moment tractat de manera confidencial i únicament la persona que

4

Figures 8.3. i 8.4 Consentiment informat

Thagi detectat i l'Investigador Principal de el projecte (Miquel Àngel Cos i Morera) seran coneixedors d'aquesta circumstància.

Si vostè desitja que l'informem sobre les possibles troballes incidentals que puguin aparèixer pot marcar la casella del paràgraf següent; en cas contrari, aquestes troballes seran custodiats de manera que no puguin ser relacionats amb la seva persona.

Estic d'acord en rebre la informació sobre possibles troballes incidentals que es puguin derivar durant la meua participació en l'estudi.

Dret a retirar-se de l'estudi

Té el dret a retirar-se de l'estudi en qualsevol moment sense donar explicacions i sense conseqüències negatives, únicament ho ha de comunicar per qualsevol mitjà a qualsevol dels investigadors de l'estudi, que immediatament remetran la seva sol·licitud a l'Investigador Principal i la seva retirada de l'estudi serà atesa immediatament.

A part d'això, si ho desitja, pot exercir els seus drets reconeguts pel Reglament Europeu de Protecció de Dades Personals. Aquests drets són els d'accés, rectificació, supressió, oposició i portabilitat de dades personals. Si desitja exercir aquests drets ha de sol·licitar a qualsevol dels investigadors el "Formulari d'accés, rectificació, supressió, oposició i portabilitat de dades personals", disponible per a tots els participants en l'estudi i lliurar-lo emplenat a qualsevol dels investigadors de l'estudi, que immediatament remetre la seva sol·licitud a l'Investigador Principal (Miquel Àngel Cos i Morera) per tramitar la seva sol·licitud en el termini indicat en el propi formulari.

Eventual publicació / reutilització / altres processos de les dades bàsiques i període de retenció

Les dades de la investigació podran ser posats a disposició d'altres investigadors/es de forma anonimitzada un cop transcorreguts 5 anys a partir de la finalització de el projecte. Els identificadors personals seran destruïts (alternativament, la informació es pot mantenir de forma confidencial mitjançant conveni i amb accés restringit a investigadors/es que signin el mateix consentiment informat.

Enregistraments i ús de testimonis

Estic d'acord que es gravi (àudio / vídeo) la recollida de dades amb objectius d'investigació.

Autoritzo que es facin cites literals de les meves intervencions, es reproduïxin en àudio i/o vídeo intervencions meves poden esmentar el meu nom.

Autoritzo l'ús de les meves intervencions d'àudio i vídeo per a finalitats de divulgació científica, demanant que s'articulin mecanismes per fer-me'n coneixedor.

g

Amb qui contactar si té alguna pregunta sobre l'estudi

En cas de dubte o consulta pot contactar amb:
- Miquel Àngel cos i Morera (e-mail: mcos@car.edu / miquel.cos@eug.es)

Consentiment

- He llegit la informació sobre el projecte de recerca i he tingut l'oportunitat de fer preguntes, les quals m'han respost satisfactòriament.
- Entenc que la informació anonimitzada (sense identificadors personals) d'aquest projecte podrà ser posada a disposició d'altres investigadors/es un temps després de finalitzat el projecte.
- Estic d'acord en participar i he rebut una còpia d'aquest consentiment.
- Conec que està a la meua disposició un formulari d'accés, rectificació, supressió, oposició i portabilitat de dades personals per exercir eventualment el meu dret a la protecció de les dades personals.

Estic d'acord en rebre els resultats generals de la investigació al finalitzar aquesta.

Nom i Cognom del participant: **Isidre Esteve i Pujol**

Signatura:  Data: U de novembre del 2016

Investigador: **Miquel Àngel Cos i Morera**

Signatura:  Data: U de novembre del 2016

Figures 8.5. i 8.6 Consentiment informat

14.1 VALORACIONS PRÈVIES AL RAL·LI. (US, UD-D, LÀSER I CT). Del 28 de desembre del 2016 i 1 de gener del 2017). TAULES I FIGURES

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA (28 de desembre'16 TARDA)

28 desembre'16 tarda (Viatge Barcelona- Madrid / Madrid-Asunción - sortida a les 23,50h de la nit)

ISQUI DRET

Figura 14.1.1



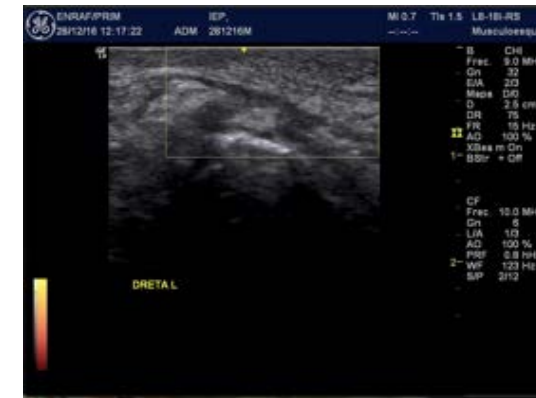
TT 1,42cm

Figura 14.1.2



TL 0,80cm /0,16cm pell

Figura 14.1.3



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.1.4



TT 1,06cm

Figura 14.1.5



TL 1,12cm /0,24cm pell

Figura 14.1.6



US-D 0-1-2

30 de desembre'16 MATÍ (arribada al matí a Asunción - Paraguai)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.1.7



TT 0,92cm

Figura 14.1.8



TL 0,94cm /0,14cm pell

US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.1.9



TT 1,03cm

Figura 14.1.10



TL 0,97cm /0,25cm pell

US-D 0-1-2

30 de desembre'16 TARDA (Asunción - Paraguai)

ISQUI DRET

Figura 14.1.11



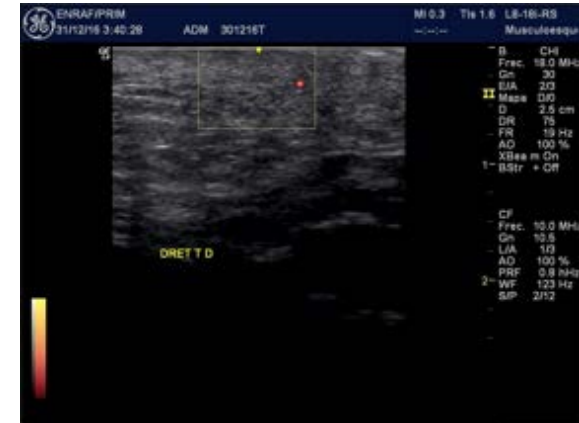
TT 1,24cm

Figura 14.1.12



TL 0,99cm /0,16cm pell

Figura 14.1.13



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE.

Figura 14.1.14



TT 1,22cm

Figura 14.1.15



TL 0,98cm/0,25cm pell

Figura 14.1.16



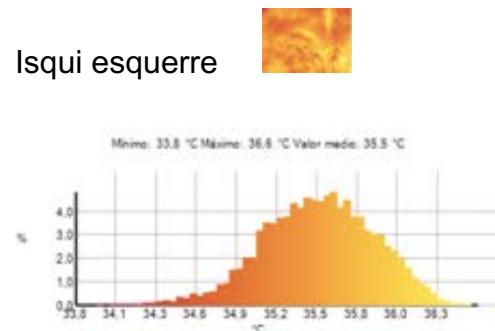
US-D 0-1-2

30 de desembre'16 (Asunción - Paraguai)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

Matí

Tarda



Mínima: 33,8 Màxima: 36,6 Valor mig: 35,5

Figura 14.1.17



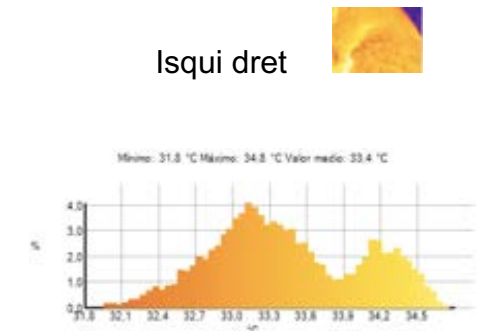
Mínima: 32,3 Màxima: 36,2 Valor mig: 34,8.

Figura 14.1.18



Mínima: 31,1 Màxima: 34,2 Valor mig: 32,7

Figura 14.1.19



Mínima: 31,8 Màxima: 34,8 Valor mig: 33,4

Figura 14.1.20

VALORACIÓ LASER Taula 14.1.1.

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

Dia 30	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 30	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Matí	30,5	30,5	30,5	30,5	Matí	31,7	31,6	31,6	31,63
Tarda	30,4	30,4	30,3	30,36	Tarda	30,6	30,6	30,4	30,3

31 de desembre'16 MATÍ (Asunción - Paraguai)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.1.21



TT 1,38cm

Figura 14.1.22



TL 1,32cm /0,24cm pell

Figura 14.1.23



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.1.24



TT 1,19cm

Figura 14.1.25



TL 1,27cm /0,29cm pell

Figura 14.1.26



US-D 0-1-2

31 de desembre'16 TARDA (Asunción - Paraguai)

ISQUI DRET

Figura 14.1.27



TT 1,3cm

Figura 14.1.28



TL 1,2cm /0,16cm pell

Figura 14.1.29



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.1.30



TT 1,19cm

Figura 14.1.31



TL 0,92cm /0,17cm pell

Figura 14.1.32

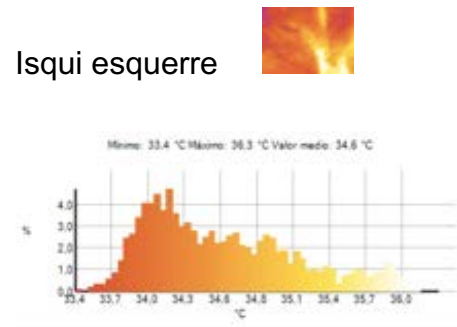


US-D 0-1-2

31 de desembre'16


VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

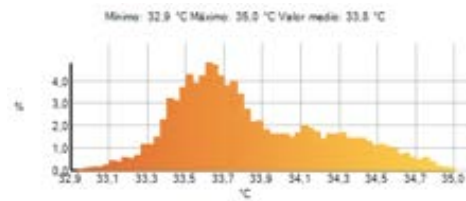
Matí



Mínima: 33,4 MÀxima: 36,3 Valor mig: 34,6

Figura 14.1.33

Isqui dret 



Mínima: 32,9 MÀxima: 35,0 Valor mig: 33,8

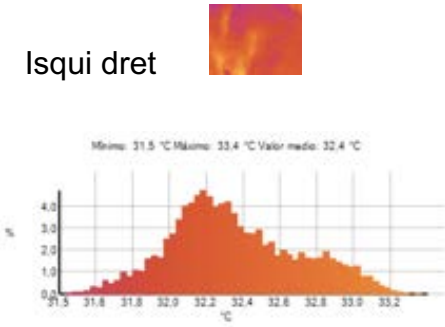
Figura 14.1.34

Tarda



Mínima:32,2 MÀxima:34,5 Valor mig:33,5

Figura 14.1.35



Mínima: 31,5 MÀxima: 33,4 Valor mig: 32,4

Figura 14.1.36

VALORACIÓ LASER Taula 14.1.2.

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

Dia 31	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 31	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Tarda	29,4	29,3	29,2	29,3	tarda	29,4	29,3	29,3	29,33
Tarda	30,3	30,3	30,3	30,3	Tarda	30,3	30,3	30,3	30,3

1 de gener del 2017 TARDA

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.1.37



TT 1,05cm

Figura 14.1.38



TL 1,02cm /0,18cm pell

Figura 14.1.39



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.1.40



TT 1,17cm

Figura 14.1.41



TL 1,19cm /0,28cm pell

Figura 14.1.42



US-D 0-1-2

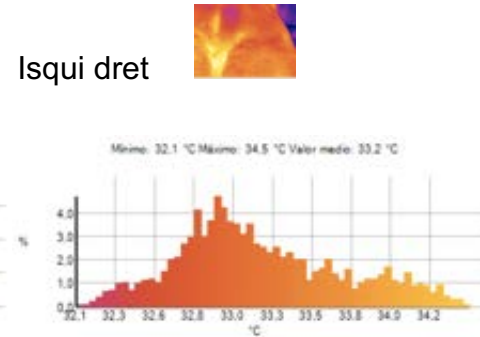
VALORACIÓ CàMERA TERMOGRÀFICA

Matí



Mínima: 31,4 Màxima: 34,6 **Valor mig: 33,0**

Figura 14.1.43



Mínima:32,1 Màxima:34,5 **Valor mig:33,2**

Figura 14.1.44

Tarda



Mínima:34,6 Màxima:36,8 **Valor mig:35,7**

Figura 14.1.45



Mínima: 33,4 Màxima: 36,1 **Valor mig: 34,9**

Figura 14.1.46

VALORACIÓ LASER

Taula 14.1.3

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

Dia 1	1era T^a	2ona T^a	3era T^a	T^a mitjana	Dia 1	1era T^a	2ona T^a	3era T^a	T^a mitjana
Matí	30,3	30,3	30,3	30,3	Matí	30,3	30,3	30,3	30,3
Tarda	31,2	31,2	31,2	31,2	Tarda	31,7	31,6	31,6	31,63

14.1.

14.2 VALORACIONS PER ETAPES DURANT EN EL RAL·LI DAKAR 2017 (del 2 al 14 de gener)

ETAPA 01 (dilluns 2 de gener)

ASUNCIÓN (PAR) – RESISTENCIA (ARG)

Figura 14.2.1



Km ETAPA: 454km total

415km road section + 39km special



ALÇADA MÀXIMA: 250m.

Figura 14.2.2

HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 11,17h

ETAPA 01 (dilluns 2 de gener)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA (final de l'etapa)

ISQUI DRET

Figura 14.2.3



TT 1,13cm

Figura 14.2.4



TL 0,61cm /0,16cm pell

Figura 14.2.5



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.2.6



TT 0,86cm

Figura 14.2.7



TL 0,95cm /0,24cm pell

Figura 14.2.8



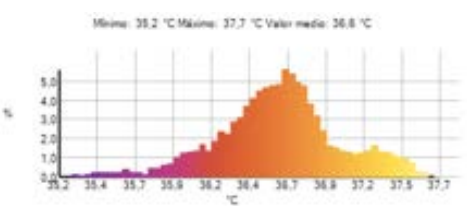
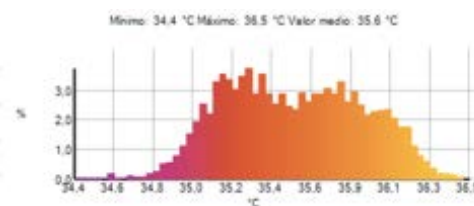
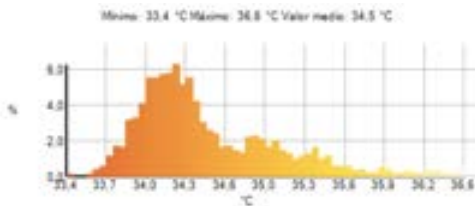
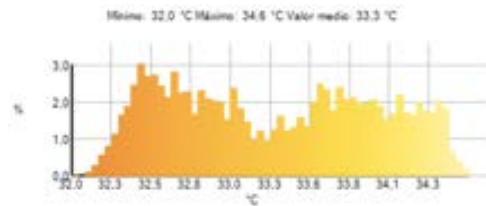
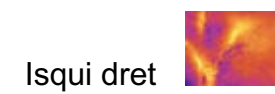
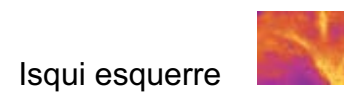
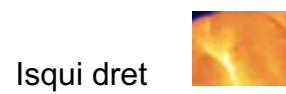
US-D 0-1-2

ETAPA 01 (dilluns 2 de gener)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

Matí

Tarda



Mínima:32,0 Màxima:34,6 **Valor mig: 33,3**

Mínima:33,4 Màxima:36,6 **Valor mig: 34,5.**

Mínima:34,4 Màxima:36,5 **Valor mig: 35,6**

Mínima:35,2 Màxima:37,7 **Valor mig: 36,6**

Figura 14.2.9

Figura 14.2.10

Figura 14.2.11

Figura 14.2.12

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.1

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

Dia 2	1era T^a	2ona T^a	3era T^a	T^a mitjana	Dia 2	1era T^a	2ona T^a	3era T^a	T^a mitjana
Matí	29,9	29,9	29,9	29,9	Matí	29,6	29,6	29,6	29,6
Tarda	31,4	31,3	31,3	31,33	Tarda	32,4	32,3	32,3	32,33

ETAPA 02 (dimarts 3 de gener)

RESISTENCIA – SAN MIGUEL DE TUCUMAN (ARG)

Figura 14.2.13



Km ETAPA: 803km totals

528km road section + 275km special

ALÇADA MÀXIMA: 280m

Figura 14.2.14

HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 10,22h

ETAPA 02 (dimarts 3 de gener)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.2.15



TT 1,3cm

Figura 14.2.16



TL 0,85cm /0,26cm pell

Figura 14.2.17



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.2.18



TT 1,34cm

Figura 14.2.19



TL 0,76cm /0,28cm pell

Figura 14.2.20



US-D 0-1-2

ETAPA 02 (dimarts 3 de gener)

VALORACIÓ CàMERA TERMOGRÀFICA

Matí

Tarda

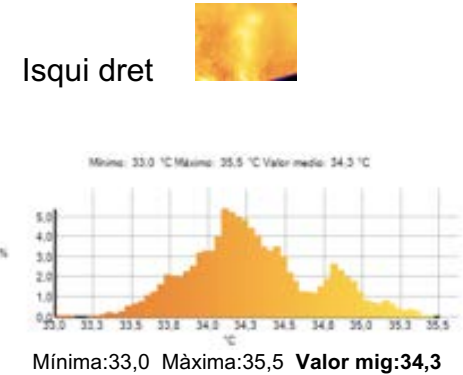
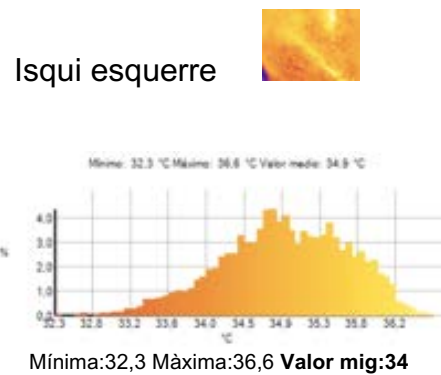
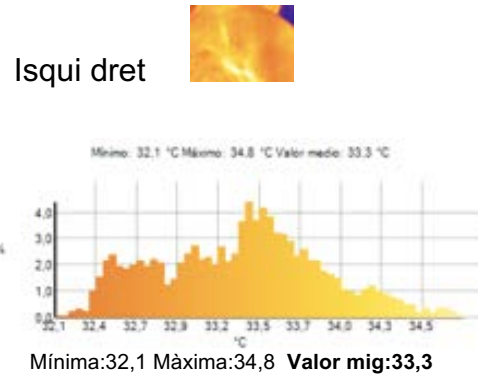
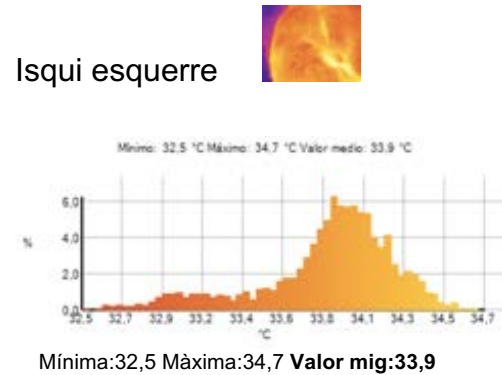


Figura 14.2.21

Figura 14.2.22

Figura 14.2.23

Figura 14.2.24

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.2

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

Dia 3	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 3	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Matí	28,9	29	28,9	28,93	Matí	29,6	29,5	29,5	29,53
Tarda	30,3	30,1	30,1	30,16	Tarda	30,6	30,4	30,3	30,43

ETAPA 03 (dimecres 4 de gener)

SAN MIGUEL DE TUCUMÁN – SAN SALVADOR DE JUJUY (ARG)

Figura 14.2.25



ETAPA: 780km totals

416km road section + 364km special

ALÇADA MÀXIMA: 4.895m

Figura 14.2.26

HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 14,11h

ETAPA 03 (dimecres 4 de gener)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.2.27



TT 0,79cm

Figura 14.2.28



TL 1,05cm /0,18cm pell

Figura 14.2.29



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.2.30



TT 0,75cm

Figura 14.2.31



TL 1,16cm /0,14cm pell

Figura 14.2.32



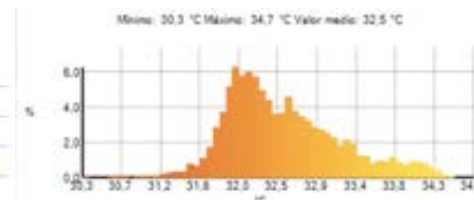
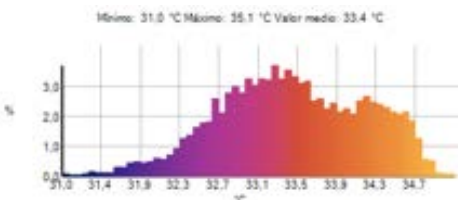
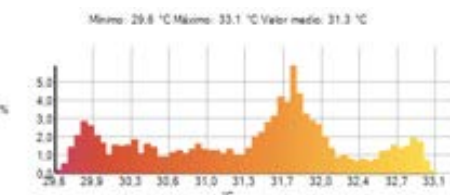
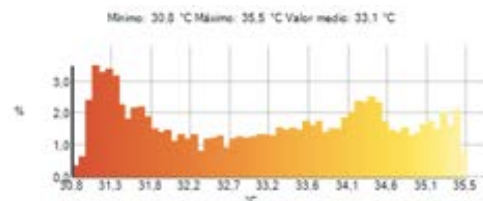
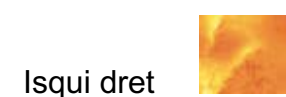
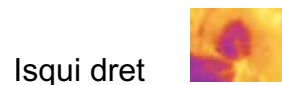
US-D 0-1-2

ETAPA 03 (dimecres 4 de gener)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

Matí

Tarda



Mínima:30,8 Màxima:35,5 Valor mig:33,1

Mínima:29,6 Màxima:33,1 Valor mig:31,3

Mínima:31,0 Màxima:35,1 Valor mig:33,4

Mínima:30,3 Màxima:34,7 Valor mig:32,5

Figura 14.2.33

Figura 14.2.34

Figura 14.2.35

Figura 14.2.36

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.3

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

Dia 4	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 4	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Matí	29,3	29,4	29,4	29,36	Matí	29,5	29,7	29,6	29,6
Tarda	29	29	28,9	28,96	Tarda	29,3	29,5	29,4	29,4

ETAPA 04 (dijous 5 de gener)

SAN SALVADOR DE JUJUY – TUPIZA (BOL)

Figura 14.2.37



Km ETAPA: 521km total

105km road section + 416km special

ALÇADA MÀXIMA: 4.012m

Figura 14.2.38

HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 11,05h

ETAPA 04 (dijous 5 de gener)

ECOGRÀFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.2.39



TT 0,73cm

Figura 14.2.40



TL 1,14cm /0,19cm pell

Figura 14.2.41



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.2.42



TT 1,02cm

Figura 14.2.43



TL 0,51cm /0,17cm pell

Figura 14.2.44



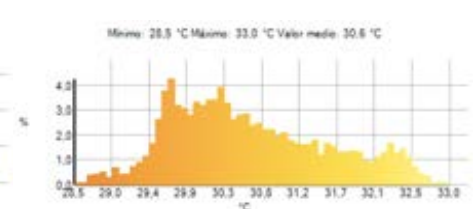
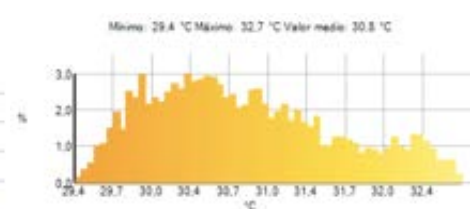
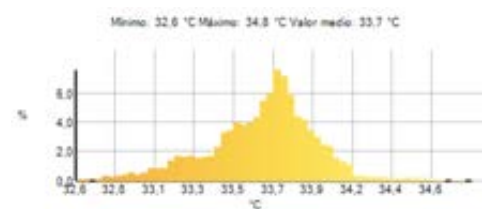
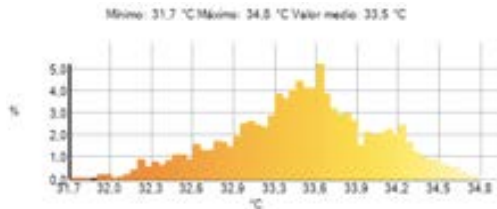
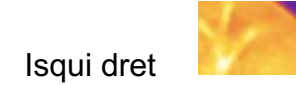
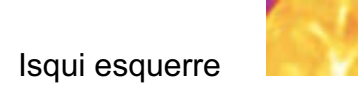
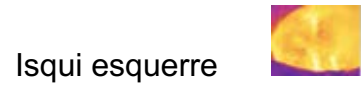
US-D 0-1-2

ETAPA 04 (dijous 5 de gener)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

Matí

Tarda



Mínima: 31,7 Màxima: 34,8 **Valor mig: 33,5**

Mínima: 32,6 Màxima: 34,8 **Valor mig: 33,7**

Mínima: 29,4 Màxima: 32,7 **Valor mig: 30,8**

Mínima: 28,5 Màxima: 33,0 **Valor mig: 30,6**

Figura 14.2.45

Figura 14.2.46

Figura 14.2.47

Figura 14.2.48

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.4

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

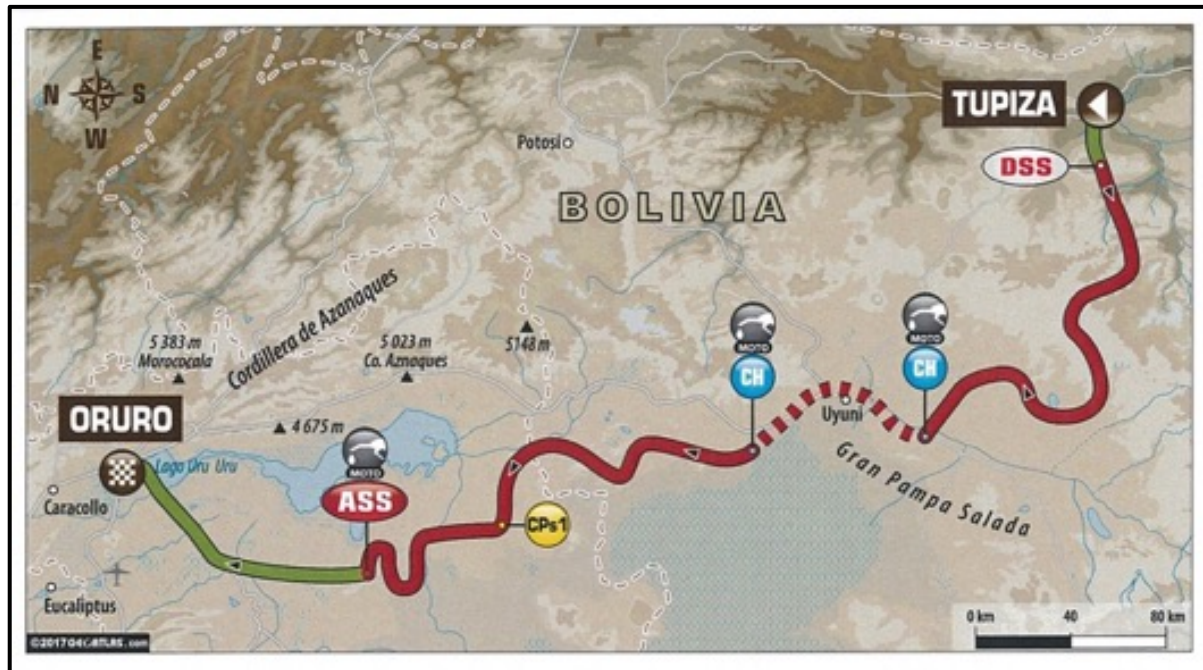
Dia 5	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 5	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Matí	29,7	29,7	29,6	29,66	Matí	30,3	30,3	30,3	30,3
Tarda	25,7	25,7	25,6	25,66	Tarda	25,1	25,1	25	25,06

ETAPA 05

(divendres 6 de gener)

TUPIZA – ORURO (BOL)

Figura 14.2.49



Km ETAPA: 692km totals

245km road section + 447km special

ALÇADA MÀXIMA: 4.190m

Figura 14.2.50

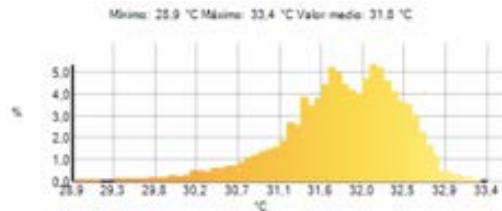
HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 14,32h

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

Pluges molt intenses. No poden realitzar la segona especial per inundacions. CAOS, els pilots no poden entrar al campament. Ens evacuen del campament a les 03:00h de la matinada. No podem realitzar la valoració ecogràfia.

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

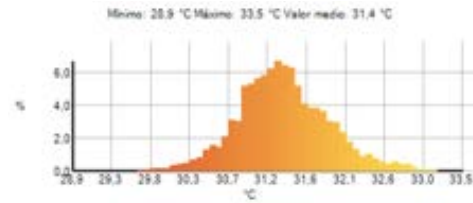
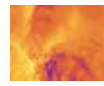
Matí



Mínima:28,9 Màxima:33,4 Valor mig:31,8

Figura 14.2.51

Isqui dret

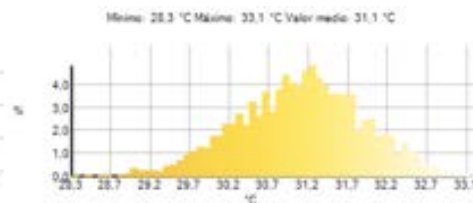


Mínima: 28,9 Màxima: 33,5 Valor mig: 31,4

Figura 14.2.52

Tarda

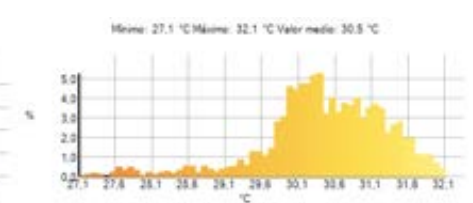
Isqui esquerre



Mínima:28,3 Màxima:33,1 Valor mig:31,1

Figura 14.2.53

Isqui dret



Mínima:27,1 Màxima:32,1 Valor mig: 30,5

Figura 14.2.54

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.5

ISQUI ESQUERRE

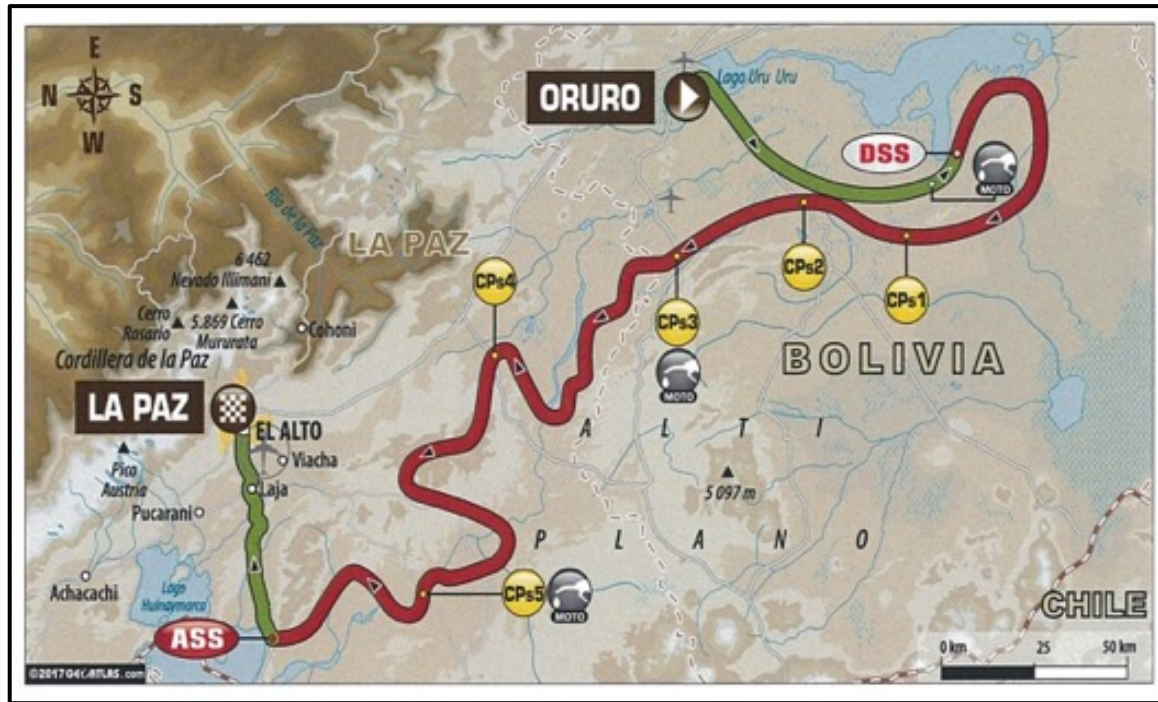
ISQUI DRET

Dia 6	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 6	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Matí	30,4	30,4	30,4	30,4	Matí	29,8	29,9	30,0	29,9
Tarda	29,1	29,3	29,3	29,23	Tarda	29,9	29,8	29,8	29,83

ETAPA 06 (dissabte 7 de gener)

ORURO – LA PAZ (BOL)

Figura 14.2.55



Km ETAPA: 786km totals

259km road section + 527km special

ALÇADA MÀXIMA: 4.250m

Figura 14.2.56

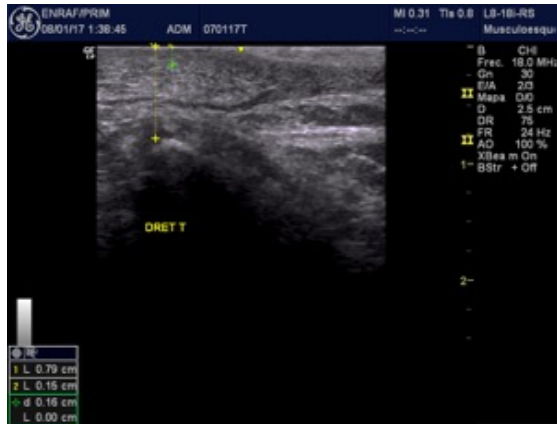
HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 5,10h

ETAPA 06 (dissabte 7 de gener)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.2.57



TT 0,79cm

Figura 14.2.58



TL 0,91cm /0,11cm pell

Figura 14.2.59



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.2.60



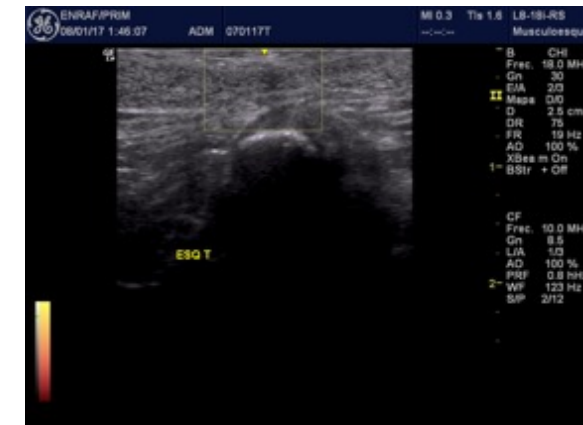
TT 0,93cm

Figura 14.2.61



TL 0,94cm L /0,14cm pell

Figura 14.2.62



US-D 0-1-2

ETAPA 06 (dissabte 7 de gener)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

Matí

Tarda

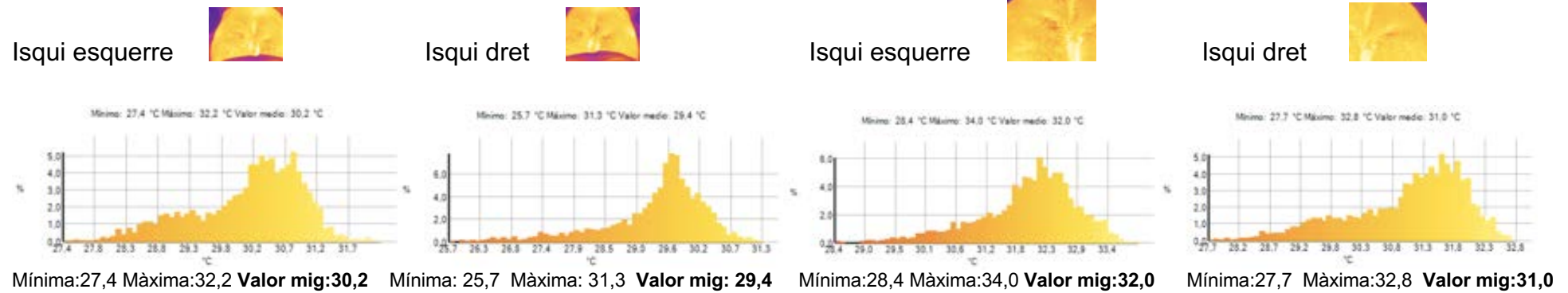


Figura 14.2.63

Figura 14.2.64

Figura 14.2.65

Figura 14.2.66

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.6

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

Dia 7	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 7	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Matí	28,9	28,9	28,9	28,9	Matí	29,3	29,4	29,3	29,33
Tarda	29,9	29,9	29,9	29,9	Tarda	29,4	29,5	29,4	29,43

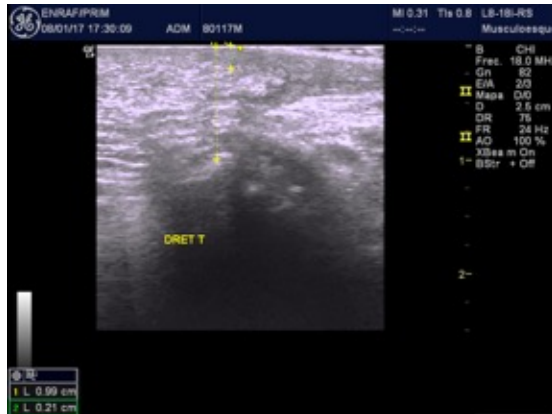
ETAPA DE DESCANS (diumenge 8 de gener). **LA PAZ – BOLÍVIA (BOL)** ALÇADA: **4250m.** Km ETAPA: **0 Km**

HORES ASSEGUT EN EL BUCKET: 0h

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.2.67



TT 0,99cm

Figura 14.2.68



TL 0,39cm /0,18cm pell

Figura 14.2.69



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.2.70



TT 0,92cm

Figura 14.2.71



TL 1,22cm /0,26cm pell

Figura 14.2.72



US-D 0-1-2

ETAPA DE DESCANS (diumenge 8 de gener)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

Matí

Tarda

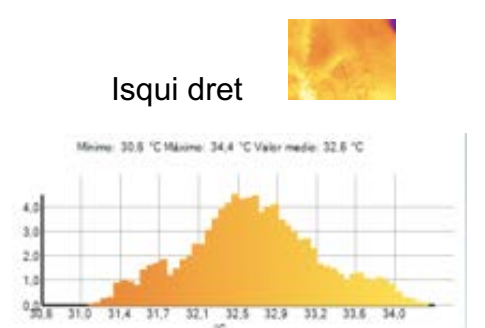
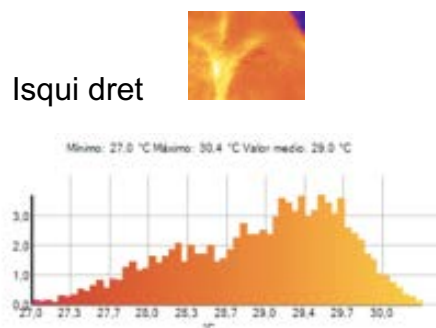
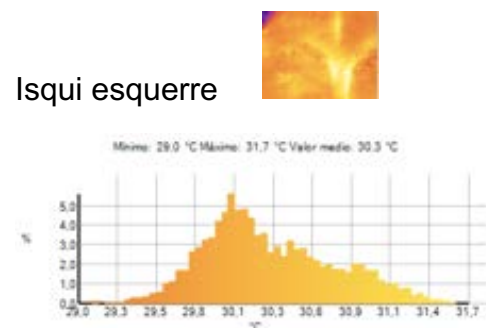


Figura 14.2.73

Figura 14.2.74

Figura 14.2.75

Figura 14.2.76

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.7

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

Dia 8	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 8	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Matí	28,5	28,5	28,5	28,5	Matí	28,3	28,2	28,1	28,3
Tarda	28,8	28,9	28,7	28,8	Tarda	29,3	29,1	29,2	29,2

ETAPA 07 (dilluns 9 de gener)

LA PAZ – UYUNI (BOL)

Figura 14.2.77



Km ETAPA: 622km totals

300km road section + 322km special

ALÇADA MÀXIMA: 3.838 m

Figura 14.2.78

HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 14,07h

Observacions: Etapa en la que no es permet l'assistència mecànica

ETAPA 07 (dilluns 9 de gener)

ECOGRÀFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.2.79



TT 0,75cm

Figura 14.2.80



TL 0,81cm /0,13cm pell

Figura 14.2.81



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.2.82



TT 0,79cm

Figura 14.2.83



TL 1,05cm /0,1cm pell

Figura 14.2.84



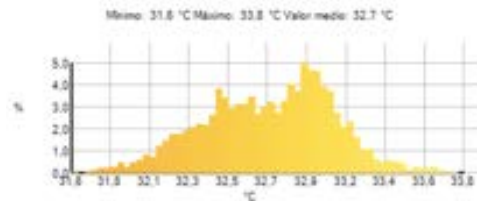
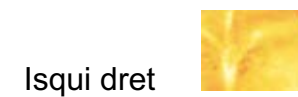
US-D 0-1-2

ETAPA 07 (dilluns 9 de gener)

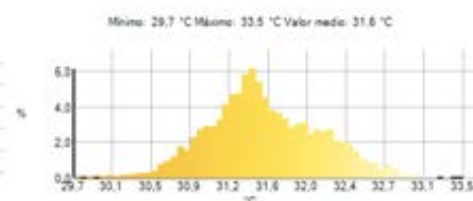
VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

Matí

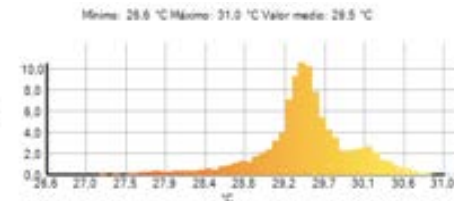
Tarda



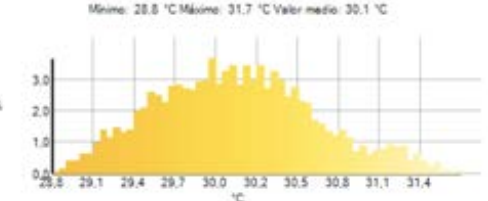
Mínima: 31,6 Màxima: 33,8 Valor mig: 32,7



Mínima: 29,7 Màxima: 33,5 Valor mig: 31,6



Mínima: 26,6 Màxima: 31,0 Valor mig: 29,5



Mínima: 28,8 Màxima: 31,7 Valor mig: 30,1

Figura 14.2.85

Figura 14.2.86

Figura 14.2.87

Figura 14.2.88

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.8

ISQUI ESQUERRE

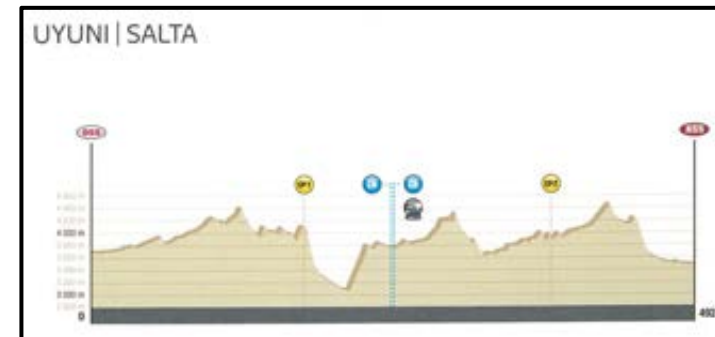
ISQUI DRET

Dia 9	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 9	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Matí	31,3	31,2	31,2	31,23	Matí	30,6	30,6	30,6	30,6
Tarda	27,7	27,8	27,7	27,73	Tarda	28,5	28,5	28,4	28,46

ETAPA 08 (Dimarts 10 de gener)

UYUNI (BOL) – SALTA (ARG)

Figura 14.2.89



Km ETAPA: 892km totals

400km road section + 492km special

ALÇADA MÀXIMA: 4.474m

Figura 14.2.90

HORES ASSEGUT EN EL BUCKET: 20,56h

Observacions: Fortes pluges que provoquen lliscaments de terres. Les esllavissades provoquen víctimes mortals entre Bolívia-Argentina. Obliguen a fer un enllaç de 600 km més. Arriben a les 05:00h de la matinada. El pilot d'Oliana resta gairebé 21 hores seguides assegut al cotxe.

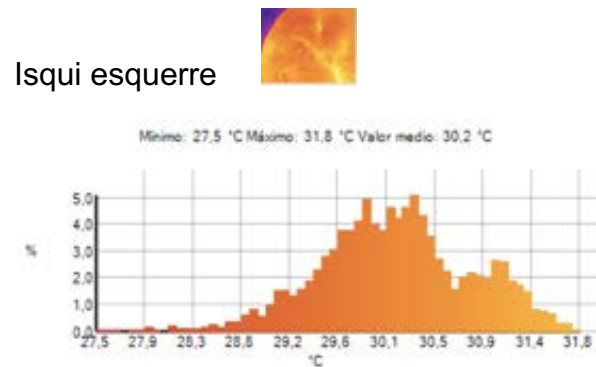
ETAPA 08 (Dimarts 10 de gener)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

No podem realitzar la valoració ecogràfica per l'anul·lació de l'etapa per condicions climàtiques. Degut a que el pilot arriba a les 05:00h de la matinada, només es realitzen les valoracions de Càmera Termogràfica i Làser al matí.

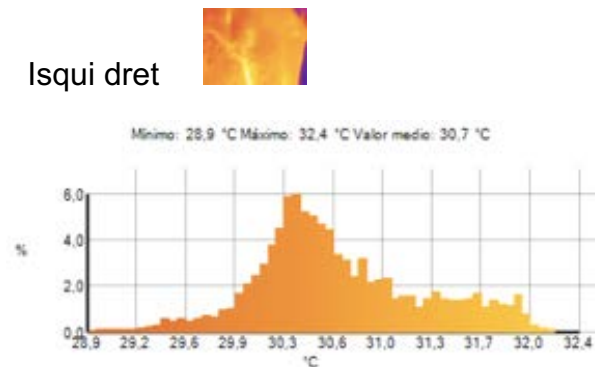
VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

Matí



Mínima: 27,5 Màxima: 31,8 **Valor mig: 30,2**

Figura 14.2.91



Mínima: 28,9 Màxima: 32,4 **Valor mig: 30,7**

Figura 14.2.92

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.9

ISQUI ESQUERRE

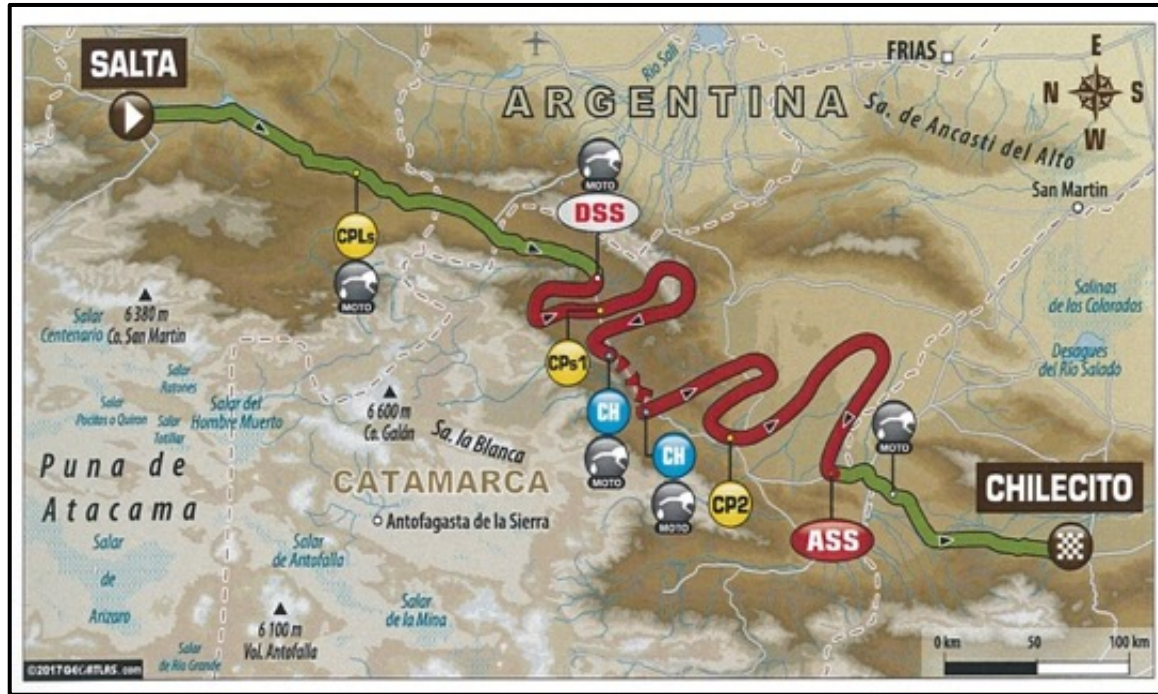
ISQUI DRET

Dia 10	1era T^a	2ona T^a	3era T^a	T^a mitjana	Dia 10	1era T^a	2ona T^a	3era T^a	T^a mitjana
Matí	28,4	28,6	28,6	28,53	Matí	27,4	27,2	27	27,2
Tarda				----	Tarda				----

ETAPA 09 (Dimecres 11 de gener)

SALTA – CHILECITO (ARG)

Figura 14.2.93



Km ETAPA: **977km totals:** **571km road section + 406km special**

ALÇADA MÀXIMA: 3.000m **Figura 14.2.94**

HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 13,47h

Observacions: Degut a la incomunicació de l'etapa anterior no es poden realitzar les valoracions al matí. Es realitzen a la tarda

ETAPA 09 (Dimecres 11 de gener)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.2.95



TT 0,68cm

Figura 14.2.96



TL 0,82cm /0,16cm pell

Figura 14.2.97



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRE

Figura 14.2.98



TT 0,98cm

Figura 14.2.99



TL 0,82cm /0,16cm pell

Figura 14.2.100



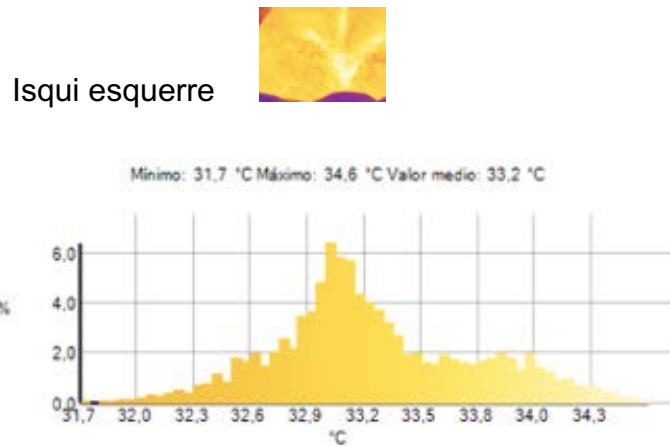
US-D 0-1-2

ETAPA 09 (Dimecres 11 de gener)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

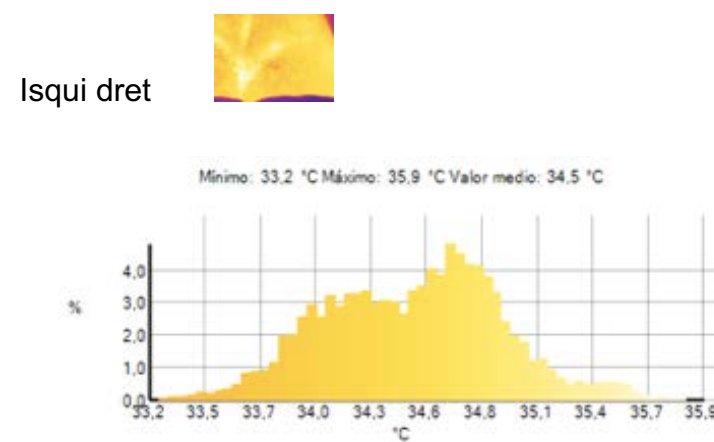
Degut a la incomunicació de l'etapa anterior, no es poden realitzar les valoracions al matí. Es realitzen a la tarda

Tarda



Mínima: 31,7 MÀxima: 34,6 **Valor mig: 33,2**

Figura 14.2.101



Mínima: 33,2 MÀxima: 35,9 **Valor mig: 34,5**

Figura 14.2.102

VALORACIÓ LASER

Degut a la incomunicació i problemes de càrrega d'aparell, no es poden realitzar les mesures el dia 11

ETAPA 10 (Dijous 12 de gener)

CHILECITO – SAN JUAN (ARG)

Figura 14.2.103



Km ETAPA: 751km totals

302km road section + 449km special

ALÇADA MÀXIMA: 3.291m

Figura 14.2.104

HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 13,19h

ETAPA 10 (Dijous 12 de gener)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.2.105



TT 0,82cm

Figura 14.2.106



TL 0,83cm /0,13cm pell

Figura 14.2.107



UD-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRA

Figura 14.2.108



TT 0,65cm

Figura 14.2.109



TL 0,94cm /0,11cm pell

Figura 14.2.110



US-D 0-1-2

ETAPA 10 (Dijous 12 de gener)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

Matí

Tarda

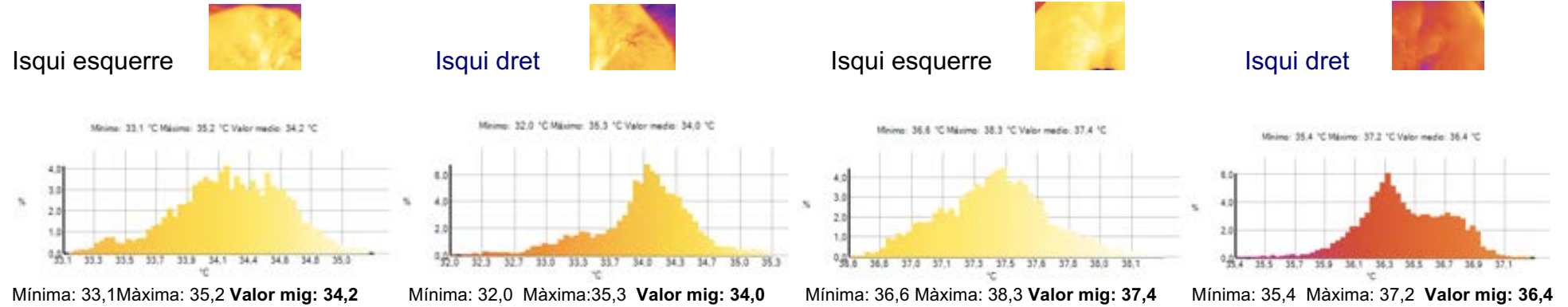


Figura 14.2.111

Figura 14.2.112

Figura 14.2.113

Figura 14.2.114

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.10

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

Dia 12	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 12	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Matí	30,6	30,8	30,6	30,66	Matí	31,1	31,1	31	31,06
Tarda				----	Tarda				----

ETAPA 11 (Divendres 13 de gener)

SAN JUAN – RIO CUARTO (ARG)

Figura 14.2.115



Km ETAPA: 754km totals

466km road section + 288km special



ALÇADA MÀXIMA: 1.697m

Figura 14.2.116

HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 16,14h

ETAPA 10 (Dijous 12 de gener)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.2.117



TT 0,85cm

Figura 14.2.118



TL 0,85cm /0,12cm pell

Figura 14.2.119



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRA

Figura 14.2.120



TT 0,92cm

Figura 14.2.121



TL 0,91cm /0,09cm pell

Figura 14.2.122



US-D 0-1-2

ETAPA 10 (Dijous 12 de gener)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

Matí

Tarda

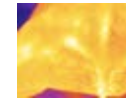
Isqui esquerre



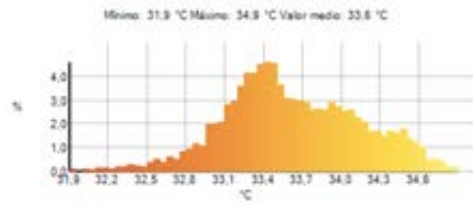
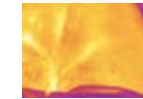
Isqui dret



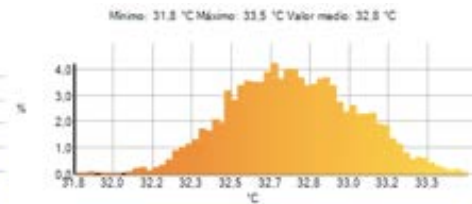
Isqui esquerre



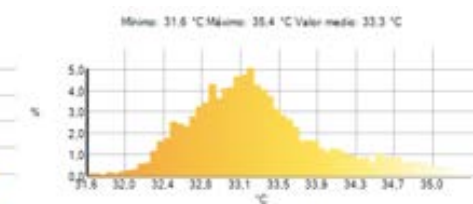
Isqui dret



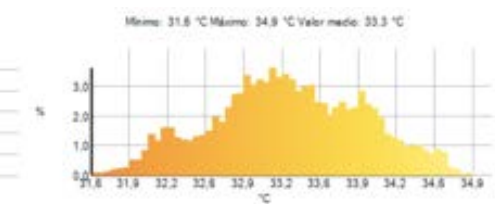
Mínima:31,9 Màxima:34,9 Valor mig:33,6



Mínima:31,8 Màxima:33,5 Valor mig:32,8



Mínima:31,6 Màxima:35,4 Valor mig:33,3



Mínima:31,6 Màxima:34,9 Valor mig:33,3

Figura 14.2.123

Figura 14.2.124

Figura 14.2.125

Figura 14.2.126

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.11

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

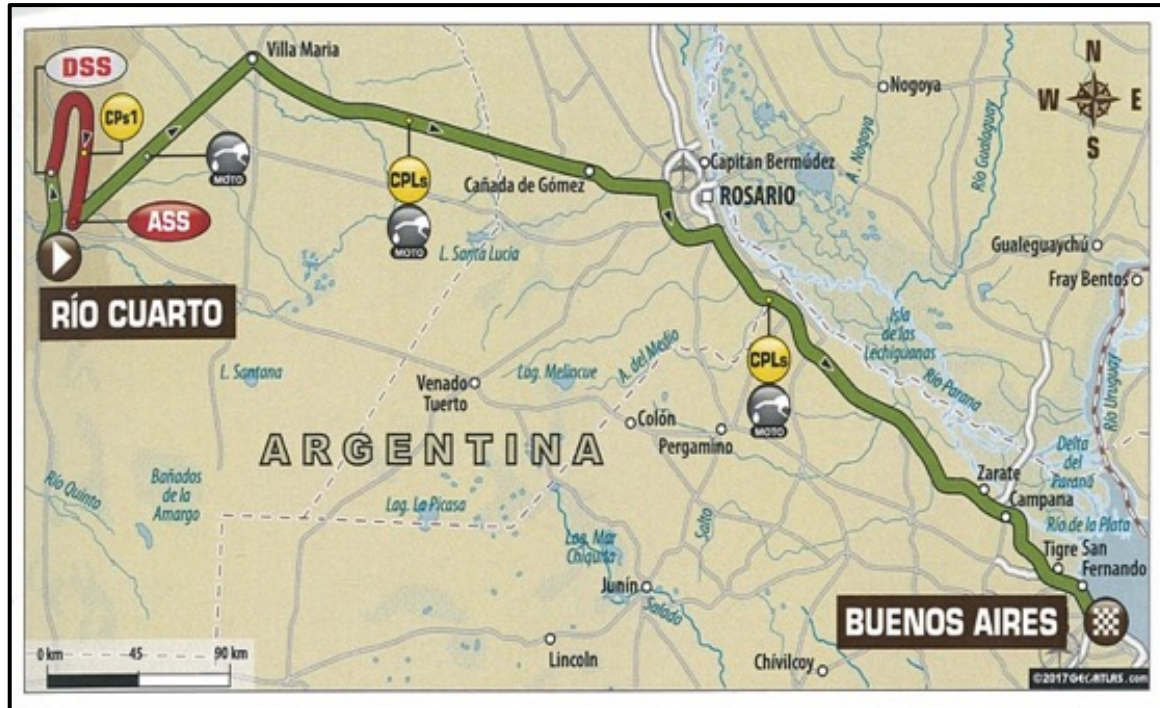
Dia 13	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana	Dia 13	1era T ^a	2ona T ^a	3era T ^a	T ^a mitjana
Matí	29,6	29,6	29,6	29,6	Matí	28,6	28,6	28,6	28,6
Tarda	27,9	27,9	27,9	27,9	Tarda	28,3	28,3	28,4	28,33

ETAPA 12 FINAL DEL RALLY DAKAR 2017

(Dissabte 14 de gener)

RÍO CUARTO – BUENOS AIRES (ARG)

Figura 14.2.127



Km ETAPA: 786km totals

722km road section + 64km special

ALÇADA MÀXIMA: 596m

Figura 14.2.128

HORES ASSEGUT EN EL BACKET: 16,54h

ETAPA 12 FINAL DEL RALLY DAKAR 2017 (Dissabte 14 de gener)

ECOGRAFIA: VALORACIÓ ECOGRÀFICA

ISQUI DRET

Figura 14.2.129



TT 0,74cm

Figura 14.2.130



TL 0,96cm /0,16cm pell

Figura 14.2.131



US-D 0-1-2

ISQUI ESQUERRA

Figura 14.2.132



TT 1,11cm

Figura 14.2.133



TL 0,85cm /0,12cm pell

Figura 14.2.134



US-D 0-1-2

ETAPA 12 FINAL DEL RALLY DAKAR 2017 (Dissabte 14 de gener)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

No es poden realitzar les mesures a la tarda per l'itinerari de competició

Matí

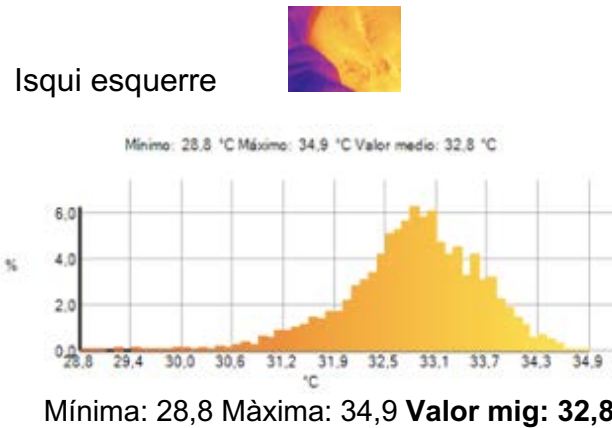


Figura 14.2.135

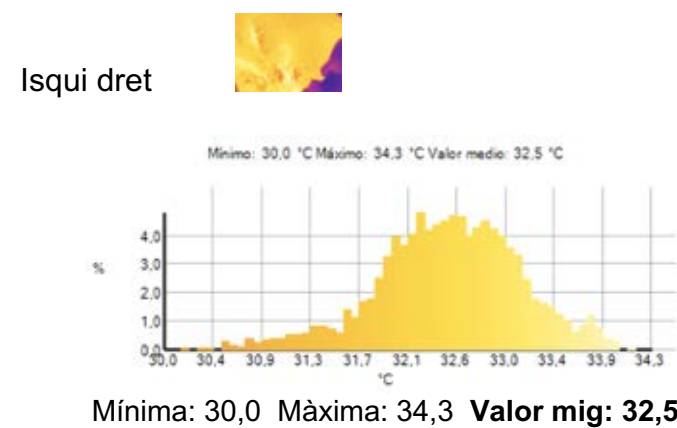


Figura 14.2.136

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.12

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

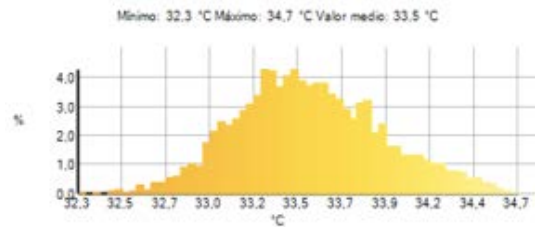
Dia 14	1era T^a	2ona T^a	3era T^a	T^a	Dia 14	1era T^a	2ona T^a	3era T^a	T^a
				mitjana					mitjana
Matí	31,1	31,1	31,1	31,1	Matí	30,8	30,8	30,8	30,8
Tarda				----	Tarda				----

CERIMÒNIA DE PREMIACIONS RAL·LI DAKAR 2017 (diumenge 15 de gener)

VALORACIÓ CÀMERA TERMOGRÀFICA

No es poden realitzar les mesures a la tarda per l'itinerari de competició

Tarda



Mínima: 32,3 Màxima: 34,7 **Valor mig: 33,5**

Figura 14.2.137



Mínima: 31,9 Màxima: 34,4 **Valor mig: 33,3**

Figura 14.2.138

VALORACIÓ LASER

Taula 14.2.13

ISQUI ESQUERRE

ISQUI DRET

Dia 15	1era T^a	2ona T^a	3era T^a	T^a mitjana	Dia 15	1era T^a	2ona T^a	3era T^a	T^a mitjana
Tarda	31,1	31,1	31,1	31,1	tarda	30,8	30,8	30,8	30,8

14.3 TAULES I FIGURES DE L'ANÀLISI DE DADES

Taula 14.3.1 ASPECTE DE LA PELL / TEMPERATURA MATÍ I TARDA AMB CÀMERA TERMOGRÀFICA, LÀSER I ECOGRAFIA. ISQUI DRET I ESQUERRE

ISQUI DRET MATÍ										
Aspecte pell			TEMP. PELL LÀSER	TEMP. CÀMERA TERMOGRÀFICA (zonal)			Ecografia			
nº dies normal	16	mitjana	Puntual	Mín.	Màx.	mitjana	Transversal	Longitudinal/isqui	Gruix pell	
nº dies eritema	2		29,750	30,829	34,088	32,576	1,240	1,020	0,180	
nº dies ampolla/abradió	0		màxim	31,633	33,400	36,600	34,800	1,420	1,320	0,240
nº dies necrosi dermis	0		mínim	27,200	25,700	30,400	29,000	0,920	0,800	0,140
nº dies necrosi múscul	0		DE	1,109	2,242	1,657	1,750	0,278	0,269	0,053
ISQUI ESQUERRE MATÍ										
Aspecte pell			TEMP. PELL LÀSER	TEMP. CÀMERA TERMOGRÀFICA (zonal)			Ecografia			
nº dies normal	18	mitjana	Puntual	Mín.	Màx.	mitjana	Transversal	Longitudinal/isqui	Gruix pell	
nº dies eritema	0		29,783	31,106	34,371	32,906	1,093	1,120	0,260	
nº dies ampolla/abradió	0		màxim	31,233	34,400	36,600	35,500	1,190	1,270	0,290
nº dies necrosi dermis	0		mínim	28,500	27,400	31,700	30,200	1,030	0,970	0,240
nº dies necrosi múscul	0		DE	0,856	2,082	1,403	1,509	0,085	0,150	0,026
ISQUI DRET TARDA										
Aspecte pell			TEMP. PELL LÀSER	TEMP. CÀMERA TERMOGRÀFICA (zonal)			Ecografia			
nº dies normal	10	mitjana	Puntual	Mín.	Màx.	mitjana	Transversal	Longitudinal/isqui	Gruix pell	
nº dies eritema	3		29,617	31,146	34,554	32,969	0,940	0,880	0,162	
nº dies ampolla/abradió	0		màxim	32,400	35,400	37,700	36,600	1,300	1,200	0,260
nº dies necrosi dermis	0		mínim	25,100	27,100	31,700	30,100	0,680	0,390	0,110
nº dies necrosi múscul	0		DE	1,863	2,670	1,838	2,146	0,224	0,214	0,037
ISQUI ESQUERRE TARDA										
Aspecte pell			TEMP. PELL LÀSER	TEMP. CÀMERA TERMOGRÀFICA (zonal)			Ecografia			
nº dies normal	14	mitjana	Puntual	Mín.	Màx.	mitjana	Transversal	Longitudinal/isqui	Gruix pell	
nº dies eritema	0		29,297	31,585	34,769	33,438	0,989	0,954	0,176	
nº dies ampolla/abradió	0		màxim	31,333	36,600	38,300	37,400	1,340	1,220	0,280
nº dies necrosi dermis	0		mínim	25,667	26,600	31,000	29,500	0,650	0,510	0,090
nº dies necrosi múscul	0		DE	1,623	3,029	1,972	2,107	0,197	0,182	0,071

Taula 14.3.2. CORRELACIÓ ENTRE TEMPS ASSEGUT I PARÀMETRES VALORATS temperatures de la pell de l'isqui dret i esquerra matí dia següent

		ISQUI DRET				ISQUI ESQUERRE			
Dia competició	HORES DE PILOTATGE	Temp. LÀSER mitjana matí dia següent	Temp. Càmera Termogràfica matí dia següent			Temp. LÀSER mitjana matí dia següent	Temp. Càmera Termogràfica matí dia següent		
			Min.	Max.	mitjana		Min.	Max.	mitjana
1era etapa	11,17	29,53	32,1	34,8	33,3	29,30	34,4	36	34,6
2ona etapa	10,22	29,60	29,6	33,1	31,3	30,30	31,4	35	33
3era etapa	14,11	30,30	32,6	34,8	33,7	29,90	32	35	33,3
4rta etapa	11,05	29,90	28,9	33,5	31,4	28,93	32,5	35	33,9
5ena etapa	14,32	29,33	25,7	31,3	29,4	29,37	30,8	36	33,1
6ena etapa	5,1	28,20	27	30,4	29	29,67	31,7	35	33,5
Etapa Descans	0	30,60	29,7	33,5	31,6	30,40	28,9	33	31,8
7ena etapa	14,07	27,20	28,9	32,4	30,7	28,90	27,4	32	30,2
8ena etapa	20,56	0,00	33,2	35,9	34,5	28,50	29	32	30,3
9ena etapa	13,47	31,07	32	35,3	34	31,23	31,6	34	32,7
10ena etapa	13,19	28,60	31,8	33,5	32,8	28,53	27,5	32	30,2
11ena etapa	16,14	30,80	30	34,3	32,5		31,7	35	33,2
12ena FINAL	16,54	30,00	31,9	34,4	33,3	30,67	33,1	35	34,2

TEMPERATURA LÀSER

Prova t per a mitjanes de dues mostres aparellades

TEMP. PELL LÀSER

Isqui DRET	MATÍ - TARDA	
	Variable 1	Variable 2
Mitjana	29,84848485	29,69393939
Variança	0,763191919	3,568181818
Observacions	11	11
Coefficient de correlació de Pearson	0,049090652	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	10	
Estadístic t	0,24180503	
P(T<=t) una cola	0,40690883	
Valor crític de t (una cola)	1,812461123	
P(T<=t) dues colas	0,813817659	
Valor crític de t (dues colas)	2,228138852	
No hi ha diferències significatives entre matí i tarda Molt poca correlació entre matí i tarda (molt variable)		

Taula 14.3.3

Prova t per a mitjanes de dues mostres aparellades

TEMP. PELL LÀSER

Isqui ESQUERRE	MATÍ - TARDA	
	Variable 1	Variable 2
Mitjana	29,72727273	29,42424242
Variança	0,681292929	2,684464646
Observacions	11	11
Coefficient de correlació de Pearson	0,059035868	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	10	
Estadístic t	0,535273924	
P(T<=t) una cola	0,302079602	
Valor crític de t (una cola)	1,812461123	
P(T<=t) dues colas	0,604159204	
Valor crític de t (dues colas)	2,228138852	
No hi ha diferències significatives entre matí i tarda Molt poca correlació entre matí i tarda (molt variable)		

Taula 14.3.4.

TEMPERATURA LÀSER

Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals

TEMP. PELL LÀSER

Isqui DRET - ESQUERRE
MATÍ

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	29,72727273	29,42424242
Variància	0,681292929	2,684464646
Observacions	11	11
Variància agrupada	1,682878788	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	20	
Estadístic t	0,547823914	
P(T<=t) una cola	0,294937611	
Valor crític de t (una cola)	1,724718243	
P(T<=t) dos colas	0,589875221	
Valor crític de t (dos colas)	2,085963447	

No hi ha diferències significatives entre D i E al matí

Taula 14.3.5.

Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals

TEMP. PELL LÀSER

Isqui DRET - ESQUERRE
TARDA

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	29,69393939	29,42424242
Variància	3,568181818	2,684464646
Observacions	11	11
Variància agrupada	3,126323232	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	20	
Estadístic t	0,357717735	
P(T<=t) una cola	0,36215098	
Valor crític de t (una cola)	1,724718243	
P(T<=t) dos colas	0,724301959	
Valor crític de t (dos colas)	2,085963447	

No hi ha diferències significatives entre D i E a la tarda

Taula 14.3.6.

TEMPERATURA CÀMERA TERMOGRÀFICA

Prova t per a mesures de dues mostres emparellades

TEMP. MITJANA de la pell

CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui DRET

MATÍ / TARDA

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	32,57647059	32,90588235
Variança	3,061911765	2,278088235
Observacions	17	17
Coefficient de correlació de Pearson	0,882507077	
Diferència hipotètica de les mesures	0	
Graus de llibertat	16	
Estadístic t	-1,648932053	
P(T<=t) una cola	0,059327043	
Valor crític de t (una cola)	1,745883676	
P(T<=t) dues colas	0,118654086	
Valor crític de t (dues colas)	2,119905299	

No hi ha diferències significatives entre matí i tarda però clara tendència a mig grau més (p=0,059)
Correlació alta entre matí i tarda (0,88)

Taula 14.3.7.

Prova t per a mesures de dues mostres emparellades

TEMP. MITJANA de la pell

CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui ESQUERRE

MATÍ / TARDA

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	32,9	33,09090909
Variança	2,652	3,620909091
Observacions	11	11
Coefficient de correlació de Pearson	0,188781875	
Diferència hipotètica de les mesures	0	
Graus de llibertat	10	
Estadístic t	-0,280294152	
P(T<=t) una cola	0,392482382	
Valor crític de t (una cola)	1,812461123	
P(T<=t) dues colas	0,784964765	
Valor crític de t (dues colas)	2,228138852	

No hi ha diferències significatives entre matí i tarda.
Molt poca correlació entre matí i tarda (molt variable)

Taula 14.3.8.

TEMPERATURA CÀMERA TERMOGRÀFICA

Prova t per a dues mostres suposant dues variàncies iguals

TEMP. MITJANA pell CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui DRET - ESQUERRE / MATÍ

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	32,57647059	32,90588235
Variància	3,061911765	2,278088235
Observacions	17	17
Variància agrupada	2,67	
Diferència hipotètica de les mesures	0	
Graus de llibertat	32	
Estadístic t	-0,587750406	
P(T<=t) una cola	0,280412478	
Valor crític de t (una cola)	1,693888748	
P(T<=t) dues colas	0,560824956	
Valor crític de t (dos colas)	2,036933343	

No hi ha diferències significatives entre D i E al matí

Taula 14.3.9.

Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals

TEMP. MITJANA pell CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui DRET – ESQUERRE / TARDA

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	32,62727273	33,09090909
Variància	4,208181818	3,620909091
Observacions	11	11
Variància agrupada	3,914545455	
Diferència hipotètica de les mesures	0	
Graus de llibertat	20	
Estadístic t	-0,54956386	
P(T<=t) una cola	0,294351625	
Valor crític de t (una cola)	1,724718243	
P(T<=t) dues colas	0,588703251	
Valor crític de t (dos colas)	2,085963447	

No hi ha diferències significatives entre D i E a la tarda

Taula 14.3.10.

TEMPERATURA CÀMERA TERMOGRÀFICA

Prova t per a mesures de dues mostres emparellades

TEMP. MÀXIMA pell CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui DRET	MATÍ / TARDA	
	Variable 1	Variable 2
Mitjana	33,972727	32,62727
Variança	3,5681818	4,208182
Observacions	11	11
Coefficient de correlació de Pearson	0,5055026	
Diferència hipotètica de les mesures	0	
Graus de llibertat	10	
Estadístic t	2,27166	
P(T<=t) una cola	0,0232197	
Valor crític de t (una cola)	1,8124611	
P(T<=t) dues colas	0,0464394	
Valor crític de t (dues colas)	2,2281389	

Si hi ha diferències significatives: -1,3° entre matí i tarda (p=0,02)
Correlació moderada entre matí i tarda (0,50)

Taula 14.3.11.

Prova t per a mesures de dues mostres emparellades

TEMP. MÀXIMA pell CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui ESQUERRE	MATÍ / TARDA	
	Variable 1	Variable 2
Mitjana	34,38181818	33,09090909
Variança	2,347636364	3,620909091
Observacions	11	11
Coefficient de correlació de Pearson	0,213960598	
Diferència hipotètica de les mesures	0	
Graus de llibertat	10	
Estadístic t	1,97051245	
P(T<=t) una cola	0,038539391	
Valor crític de t (una cola)	1,812461123	
P(T<=t) dues colas	0,077078783	
Valor crític de t (dues colas)	2,228138852	

Si hi ha diferències significatives: -1,3° entre matí i tarda (p=0,03)
Molt poca correlació entre matí i tarda (molt variable)

Taula 14.3.12.

TEMPERATURA CÀMERA TERMOGRÀFICA

Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals

TEMP. MÀXIMA pell CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui DRET - ESQUERRE / MATÍ

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	34,088235	34,37059
Variància	2,7448529	1,968456
Observacions	17	17
Variància agrupada	2,3566544	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	32	
Estadístic t	-0,5362334	
P(T<=t) una cola	0,2977528	
Valor crític de t (una cola)	1,6938887	
P(T<=t) dues colas	0,5955056	
Valor crític de t (dues colas)	2,0369333	

No hi ha diferències significatives entre D i E al matí

Taula 14.3.13.

Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals

TEMP. MÀXIMA pell CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui DRET - ESQUERRE / TARDA

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	34,28181818	34,39090909
Variància	3,261636364	3,220909091
Observacions	11	11
Variància agrupada	3,241272727	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	20	
Estadístic t	-0,142105903	
P(T<=t) una cola	0,444209069	
Valor crític de t (una cola)	1,724718243	
P(T<=t) dues colas	0,888418138	
Valor crític de t (dues colas)	2,085963447	

No hi ha diferències significatives entre D i E a la tarda

Taula 14.3.14.

TEMPERATURA CÀMERA TERMOGRÀFICA

Prova t per a mesures de dues mostres emparellades

TEMP. MÍNIMA pell CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui DRET /	MATÍ - TARDA	
	Variable 1	Variable 2
Mitjana	30,57272727	30,71818182
Variança	6,618181818	6,525636364
Observacions	11	11
Coeficient de correlació de Pearson	0,649834204	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	10	
Estadístic t	-0,224861974	
P(T<=t) una cola	0,413307469	
Valor crític de t (una cola)	1,812461123	
P(T<=t) dues colas	0,826614937	
Valor crític de t (dues colas)	2,228138852	

No hi ha diferències significatives entre matí i tarda
Correlació moderada entre matí i tarda (0,64)

Taula 14.3.15.

Prova t para mesures de dues mostres emparellades

TEMP. MÍNIMA pell CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui ESQUERRE /	MATÍ - TARDA	
	Variable 1	Variable 2
Mitjana	31,22727273	31,12727273
Variança	4,450181818	8,264181818
Observacions	11	11
Coeficient de correlació de Pearson	0,396770735	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	10	
Estadístic t	0,117985281	
P(T<=t) una cola	0,454207785	
Valor crític de t (una cola)	1,812461123	
P(T<=t) dues colas	0,90841557	
Valor crític de t (dues colas)	2,228138852	

No hi ha diferències significatives entre matí i tarda
Correlació baixa entre matí i tarda (0,39)

Taula 14.3.16.

TEMPERATURA CÀMERA TERMOGRÀFICA

Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals

TEMP. MÍNIMA pell CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui DRET – ESQUERRE / MATÍ

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	30,82941176	31,10588235
Variància	5,024705882	4,335588235
Observacions	17	17
Variància agrupada	4,680147059	
Diferència hipotètica de les mesures	0	
Graus de llibertat	32	
Estadístic t	-0,372587817	
P(T<=t) una cola	0,35595585	
Valor crític de t (una cola)	1,693888748	
P(T<=t) dues colas	0,7119117	
Valor crític de t (dues colas)	2,036933343	

No hi ha diferències significatives entre D i E al matí

Taula 14.3.17.

Prova t per a dues mostres suposant variàncies iguals

TEMP. MÍNIMA pell CÀMERA TERMOGRÀFICA

Isqui DRET - ESQUERRE / TARDA

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	30,71818182	31,12727273
Variància	6,525636364	8,264181818
Observacions	11	11
Variància agrupada	7,394909091	
Diferència hipotètica de les mesures	0	
Graus de llibertat	20	
Estadístic t	-0,352805018	
P(T<=t) una cola	0,363962815	
Valor crític de t (una cola)	1,724718243	
P(T<=t) dos colas	0,727925631	
Valor crític de t (dues colas)	2,085963447	

No hi ha diferències significatives entre D i E a la tarda

Taula 14.3.18.

VALORACIÓ TISSULAR ECOGRÀFICA

Prova t per a dues mostres suposant variances iguals

ECOGRAFIA isqui **dist. transversal TARDA**

diferència DRET - ESQUERRE

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	0,94	0,989285714
Variança	0,0504	0,038976374
Observacions	14	14
Variança agrupada	0,044688187	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	26	
Estadístic t	-0,616841675	
P(T<=t) una cola	0,271351723	
Valor crític de t (una cola)	1,70561792	
P(T<=t) dues colas	0,542703447	
Valor crític de t (dues colas)	2,055529439	

No hi ha diferències significatives entre D i E a la tarda

Taula 14.3.19.

Prova t per a dues mostres suposant variances iguals

ECOGRAFIA isqui **tall longitudinal TARDA**

diferència DRET - ESQUERRE

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	0,887857143	0,954285714
Variança	0,043295055	0,032964835
Observacions	14	14
Variança agrupada	0,038129945	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	26	
Estadístic t	-0,900058719	
P(T<=t) una cola	0,188175164	
Valor crític de t (una cola)	1,70561792	
P(T<=t) dues colas	0,376350327	
Valor crític de t (dues colas)	2,055529439	

No hi ha diferències significatives entre D i E a la tarda

Taula 14.3.20.

Prova t per a dues mostres suposant variances iguals

ECOGRAFIA gruix pell zona isquiàtica **TARDA**

diferència DRET - ESQUERRE

	Variable 1	Variable 2
Mitjana	0,162142857	0,176428571
Variança	0,001387363	0,004978571
Observacions	14	14
Variança agrupada	0,003182967	
Diferència hipotètica de les mitjanes	0	
Graus de llibertat	26	
Estadístic t	-0,669938459	
P(T<=t) una cola	0,254401917	
Valor crític de t (una cola)	1,70561792	
P(T<=t) dues colas	0,508803835	
Valor crític de t (dues colas)	2,055529439	

No hi ha diferències significatives entre D i E a la tarda

Taula 14.3.21.

CORRELACIÓ ENTRE TEMPS I PARÀMETRES.

Claus per als gràfics:

y = recta de regressió

R2 = Coeficient de determinació

Arrel quadrada de R2 = r

Valors de r:

0-0,2 molt baixa

0,2-0,4 baixa

0,4-0,7 moderada

0,7-0,9 alta

0,9-1 molt alta

HORES DE PILOTATGE COMPORTAMENT LASER i Càmera TERMOGRÀFICA		ISQUI DRET				ISQUI ESQUERRE			
DIA COMPETICIÓ	HORES DE PILOTATGE	Temp. LÀSER mitjana tarda	Temp. Càmera TERMOGRÀFICA tarda			Temp. LÀSER mitjana tarda	Temp. Càmera TERMOGRÀFICA tarda		
			Min.	Max.	mitjana		min	max	mitjana
1era etapa	11,17	32,33	35,2	37,7	36,6	31,33	34,4	37	35,6
2ona etapa	10,22	30,43	33	35,8	34,3	30,17	32,3	37	34,9
3era etapa	14,11	29,40	30,3	34,7	32,5	28,97	31	35	33,4
4rta etapa	11,05	25,07	28,5	33,6	30,6	25,67	29,4	33	30,8
5ena etapa	14,32	29,83	27,1	32,1	30,5	29,23	28,3	33	33,1
6ena etapa	5,1	29,43	27,7	32,8	31	29,90	28,4	34	32
Etapa de Descans	0	29,20	30,6	34,4	32,6	28,80	31,4	34	32,8
7ena etapa	14,07	28,47	28,8	31,7	30,1	27,73	26,6	31	29,5
8ena etapa	20,56								
9ena etapa	13,47								
10ena etapa	13,19		35,4	37,2	36,4		36,6	38	37,4
11ena etapa	16,14	28,33	31,6	34,9	33,3	27,90	31,6	35	33,3
12ena FINAL	16,54								

Taula 14.3.22.

CORRELACIÓ ENTRE TEMPS I PARÀMETRES

HORES DE PILOTATGE /COMPORTAMENT TISSULAR PER ECOGRAFIA		ISQUI DRET			ISQUI ESQUERRA		
DIA COMPETICIÓ	HORES DE PILOTATGE	ECOGRAFIA després de conduir			ECOGRAFIA després de conduir		
		Dist. transversal (cm)	Dist. Longitudinal (cm)	gruix pell (cm)	Dist. transversal (cm)	Dist. Longitudinal (cm)	gruix pell (cm)
dia -3	0	1,24	0,99	0,16	1,22	0,98	0,25
dia -2	0	1,3	1,2	0,16	1,19	0,92	0,17
dia -1	0	1,05	1,02	0,18	1,17	1,19	0,28
1era etapa	11,17	1,13	0,61	0,15	0,86	0,95	0,24
2ona etapa	10,22	1,3	0,85	0,26	1,34	0,76	0,28
3era etapa	14,11	0,79	1,05	0,18	0,75	1,16	0,14
4rta etapa	11,05	0,73	1,14	0,19	1,02	0,51	0,17
5ena etapa	14,32	0,79	0,91	0,11	0,93	0,94	0,14
6ena etapa	5,1	0,99	0,39	0,18	0,92	1,22	0,26
Etapa Descans	0	0,75	0,81	0,13	0,79	1,05	0,1
7ena etapa	14,07	0,68	0,82	0,16	0,98	0,98	0,12
8ena etapa	20,56	0,82	0,83	0,13	0,65	0,94	0,11
9ena etapa	13,47	0,85	0,85	0,12	0,92	0,91	0,09
10ena etapa	13,19	0,74	0,96	0,16	1,11	0,85	0,12
11ena etapa	16,14						
12ena FINAL	16,54						

Taula 14.3.23.

ISQUI DRET: Matí dia següent / HORES ASSEGUT - TEMPERATURES LÀSER I CÀMERATERMOGRÀFICA

Figura 14.3.1.

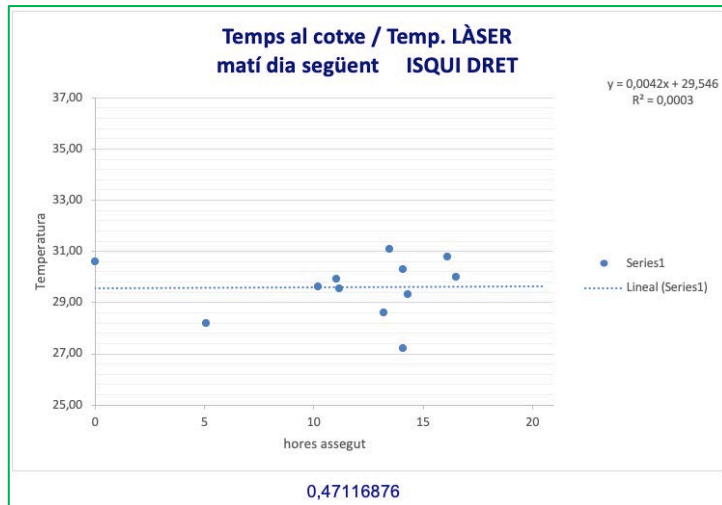


Figura 14.3.2.

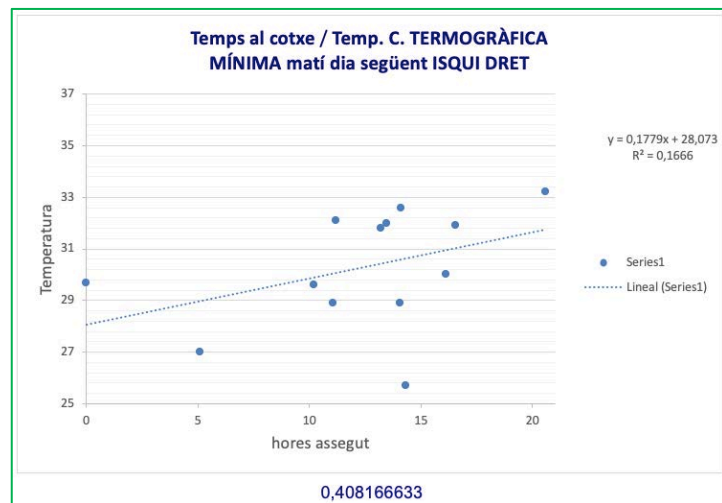
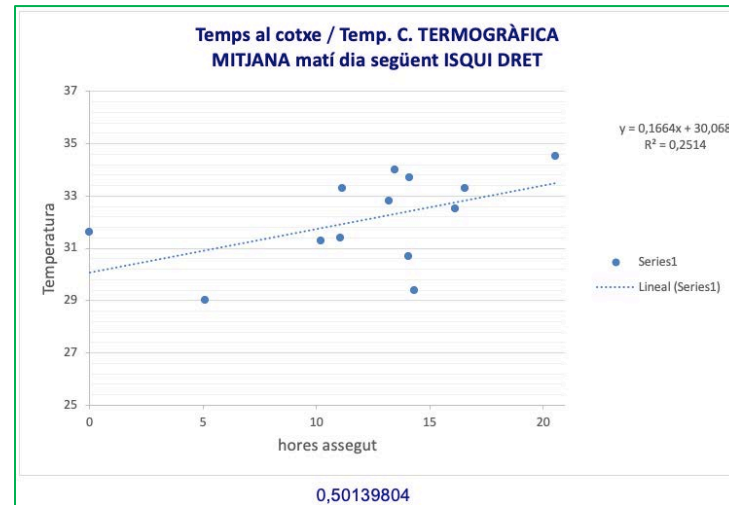


Figura 14.3.3.

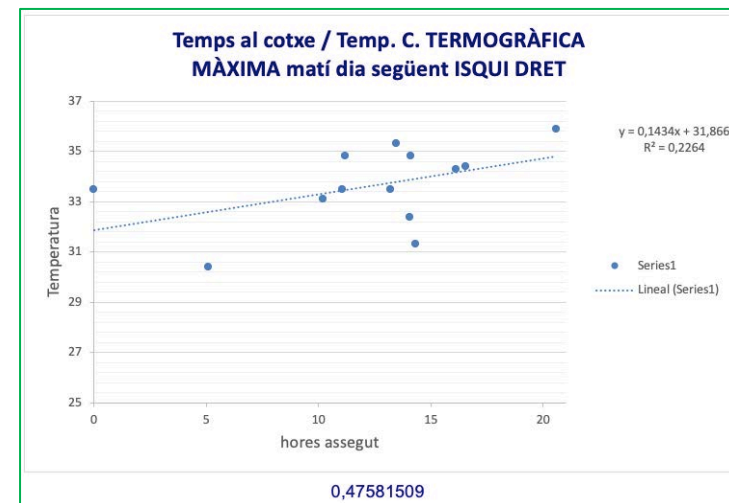


Figura 14.3.4.

ISQUI DRET: Tarda / HORES ASSEGUT - TEMPERATURES LÀSER I CÀMERA TERMOGRÀFICA

Figura 14.3.5.

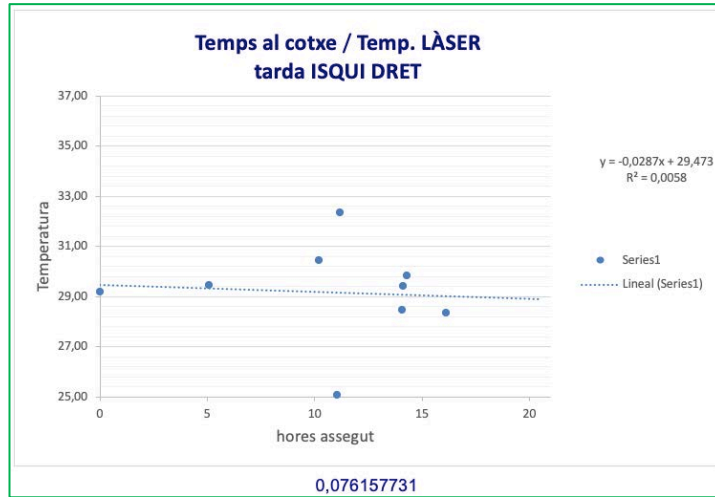


Figura 14.3.6.

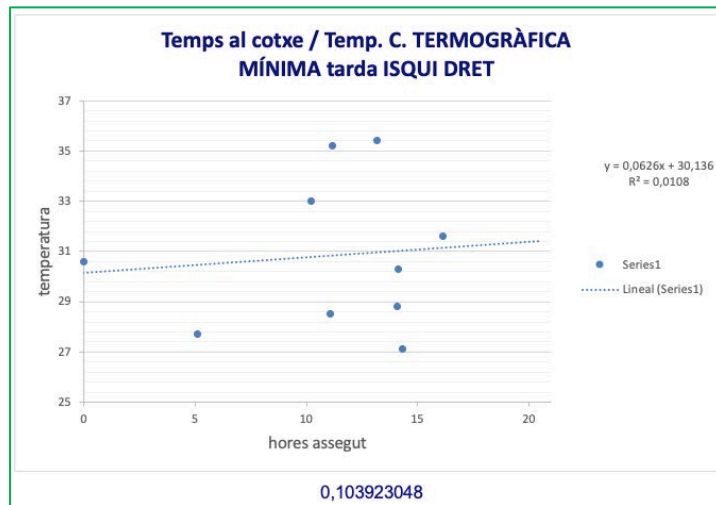
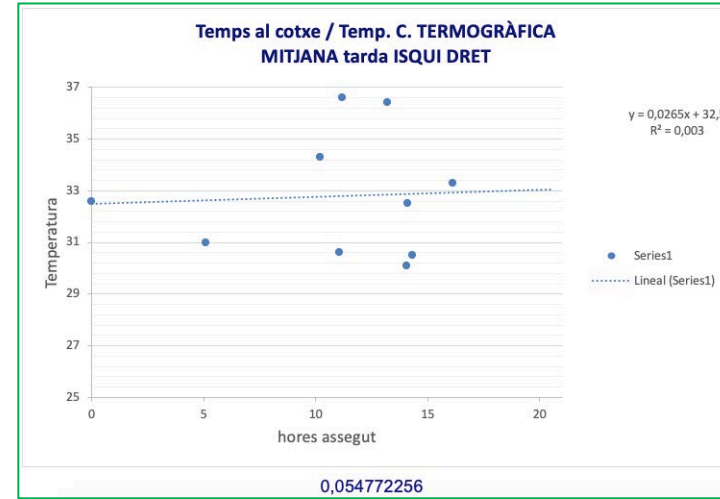


Figura 14.3.7.

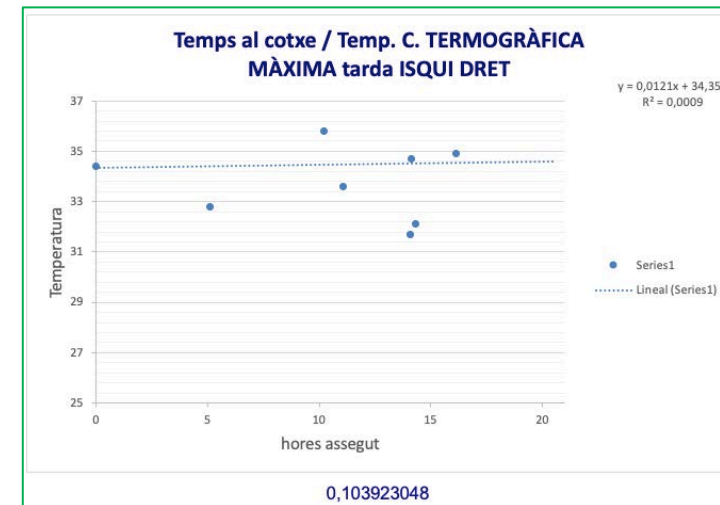


Figura 14.3.8.

ISQUI ESQUERRE: Matí dia següent / HORES ASSEGUT - TEMPERATURES LÀSER i CàMERA TERMOGRÀFICA

Figura 14.3.9.

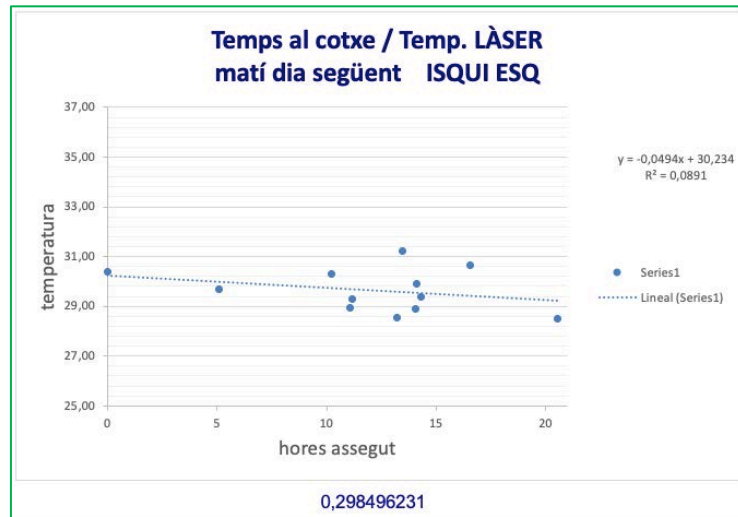


Figura 14.3.10.

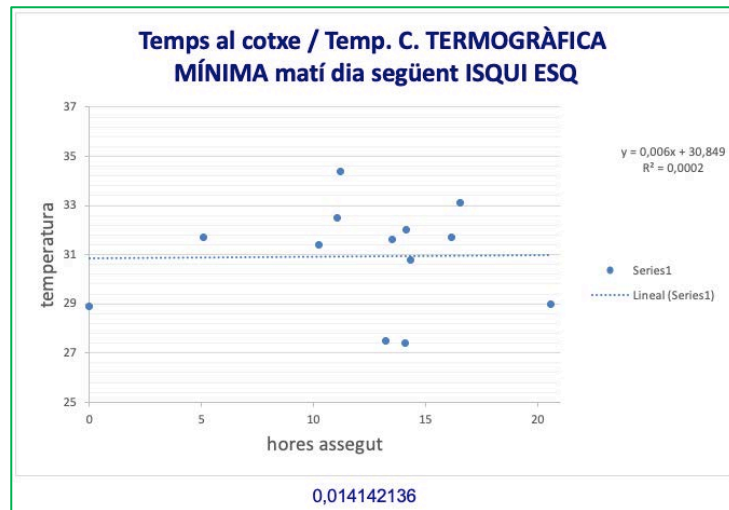
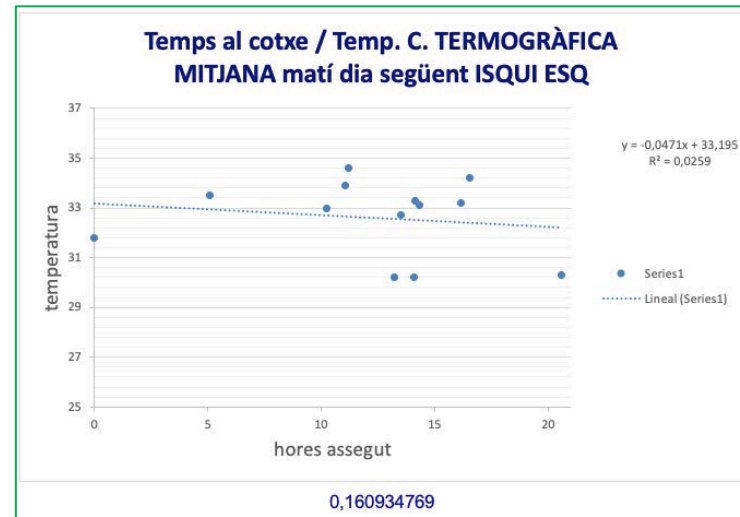


Figura 14.3.11.

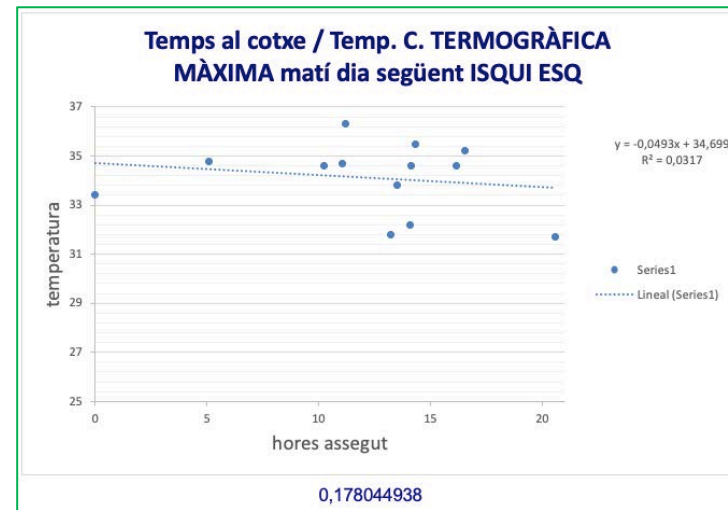


Figura 14.3.12.

ISQUI ESQUERRA: Tarda / HORES ASSEGUT - TEMPERATURES LÀSER I CÀMERA TERMOGRÀFICA

Figura 14.3.13.

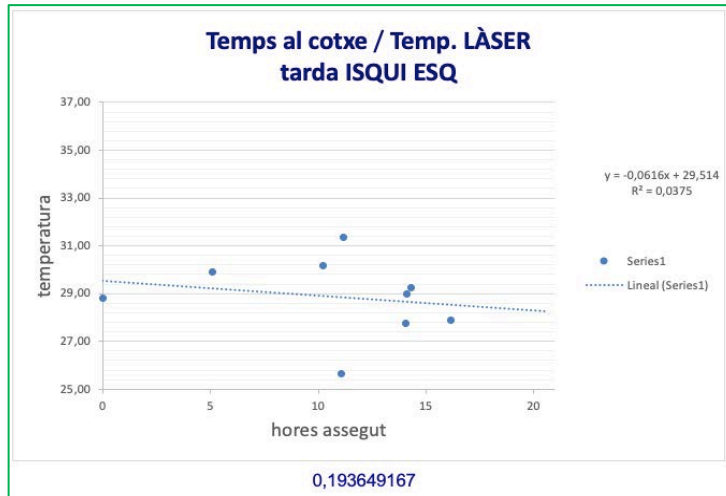


Figura 14.3.14.

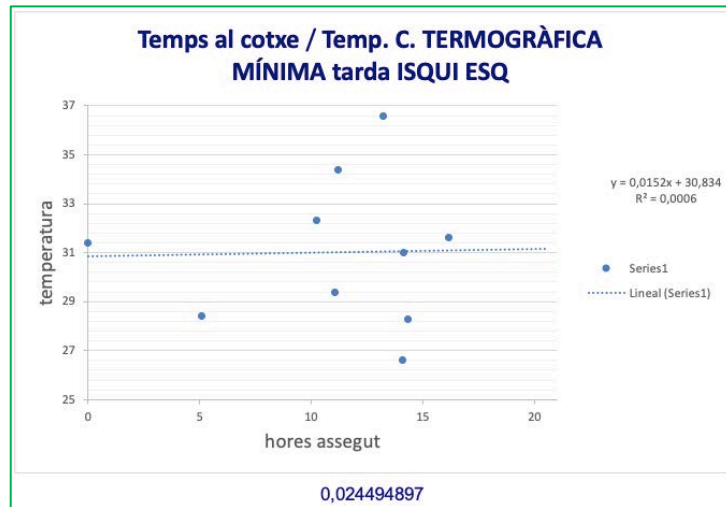
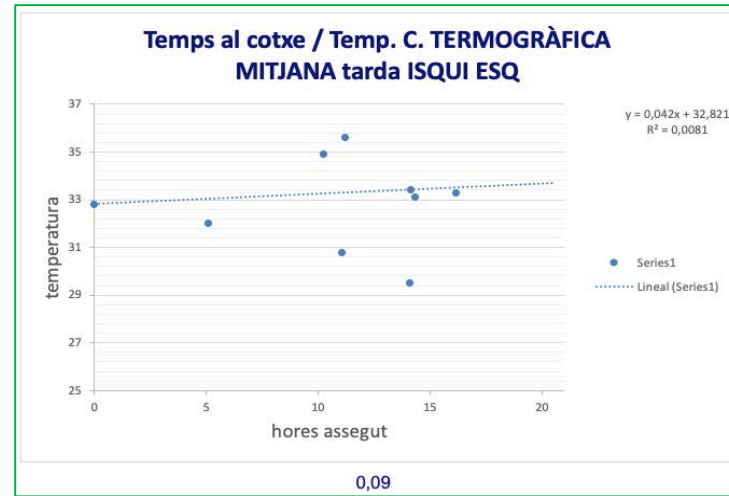


Figura 14.3.15.

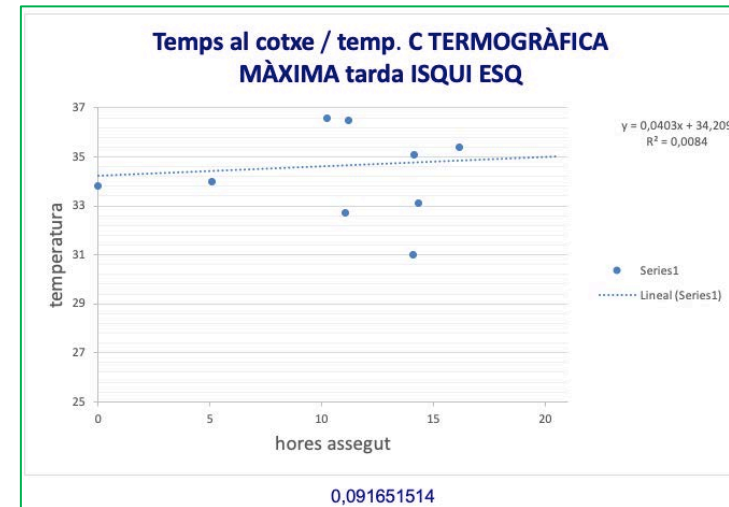


Figura 14.3.16.

ISQUI DRET: Tarda / HORES ASSEGUT - COMPORTAMENT TISSULAR PER ECOGRAFIA

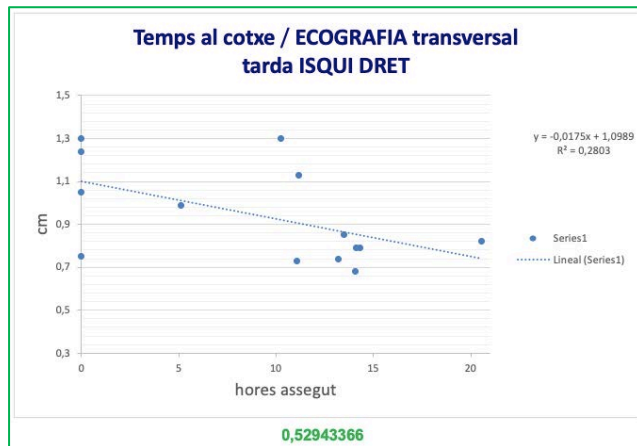


Figura 14.3.17.

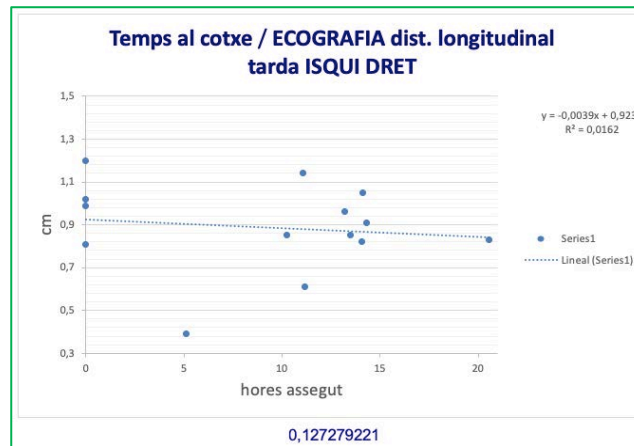


Figura 14.3.18.

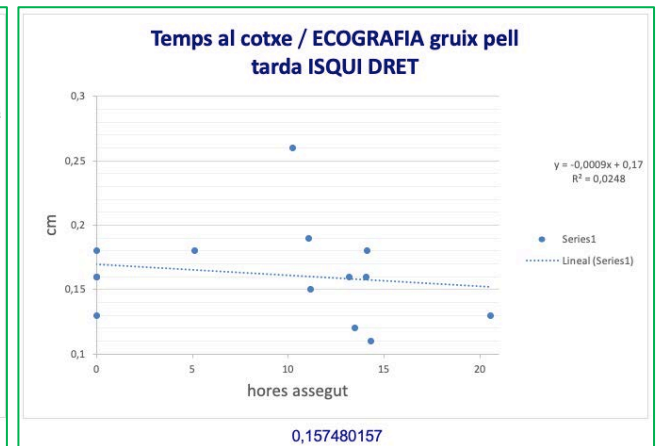


Figura 14.3.19.

ISQUI ESQUERRA: Tarda / HORES ASSEGUT - COMPORTAMENT TISSULAR PER ECOGRAFIA

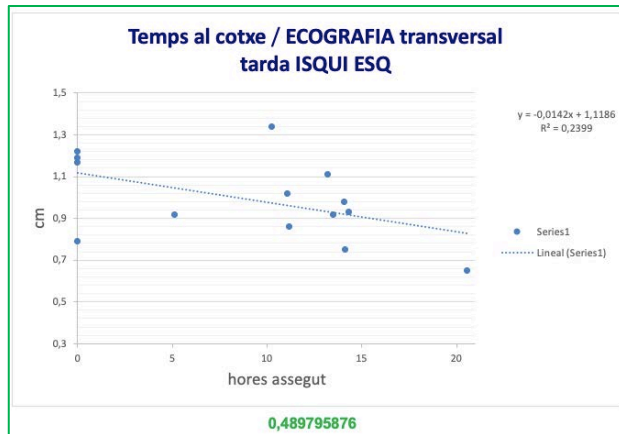


Figura 14.3.20.

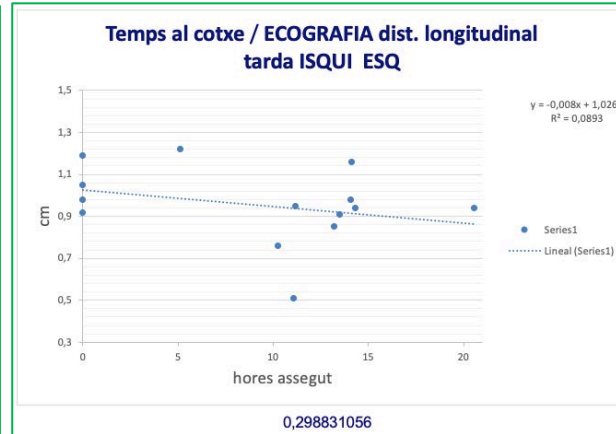


Figura 14.3.21.

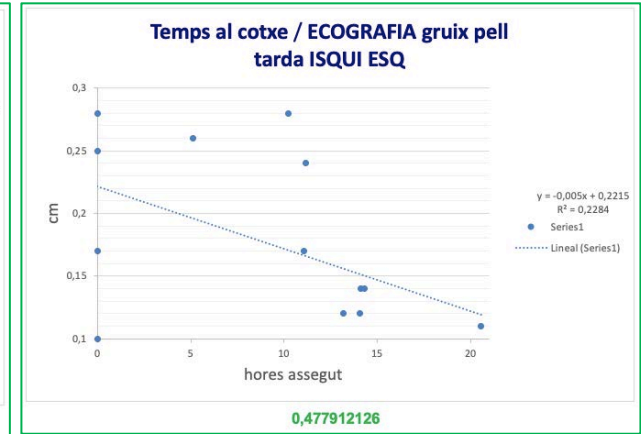


Figura 14.3.22.

15 BIBLIOGRAFIA

A

- Ackery A, Tator C, Krassioukov A. (2004). A global perspective on spinal cord injury epidemiology. *J Neurotrauma* 21(10):1355-1370.
- Alja'afreh M, Mosleh SM. (2013). Pressure ulcers in Jordan: a snaps hot survey of a tertiary public hospital. *Br J Nurs* 22(20):S10, S12, S14-16.
- Aljezawi M, Al Qadire M, Tubaishat A. (2014). Pressure ulcers in long-term care: a point prevalence study in Jordan. *Br J Nurs* 23(6):S4, S6, S8, S10-11.
- Allman RM, Walker JM, Hart MK, Laprade CA, Noel LB, Smith CR. (1987). Air-fluidized beds or conventional therapy for pressure sores. A randomized trial. *Ann Intern Med* 107(5):641-648.
- American Association of Neurological Surgeons. (2002a). Management of acute spinal cord injuries in an intensive care unit or other monitored setting. *Neurosurgery* 50 (3 Suppl): S51-S57.
- American Association of Neurological Surgeons. (2002b). Blood pressure management after acute spinal cord injury. *Neurosurgery* 50 (3 Suppl): S58-S62.
- Andrades P, Sepúlveda S, González J. (2004). Curación avanzada de heridas. *Rev Chilena de Cirugía* 56(4):396-403.

Argenta LC, Morykwas MJ. (1997). Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg* 38(6):563-576; discussion 577.

Avellanet M, Gonzalez-Viejo MA. (2017). People with Spinal Cord Injury in Spain. *Am J Phys Med Rehabil* 96(2 Suppl 1):S112-S115.

Aydin U, Ozgenel Y. (2008). A simple solution for preventing air leakage in VAC therapy for sacral pressure sores. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 61(10):1267-1269.

B

Bates-Jensen B, McCreath H, Patlan A, (2017). Subepidermal moisture Detection of pressure induced tissue damage on the trunk: the pressure ulcer detection study outcomes. *Wound Repair Regen* 25(3):502-511

Baker LL, Rubayi S, Villar F, Demuth SK. (1996). Effect of electrical stimulation waveform on healing of ulcers in human beings with spinal cord injury. *Wound Repair Regen* 4(1):21-8.

Barrera MJ, Domínguez JM, González Viejo MA, Martín R, Montesinos LI, Ramírez L, Salvador S, (2013). Revisión de la utilización de esteroides en la lesión medular aguda. Isbn: 978-84-695-7936-1

Baskin DS, Simpson RK Jr, Browning JL, Dudley AW, Rothenberg F, Bogue L. (1993). The effect of long-term high-dose naloxone infusion in experimental blunt spinal cord injury. *J Spinal Disord* 6(1):38-43.

- Bates-Jensen BM, Guihan M, Garber SL, Chin AS, Burns SP. (2009). Characteristics of recurrent pressure ulcers in veterans with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 32(1):34-42.
- Bauer J, Phillips LG. (2008). MOC-PSSM CME article: Pressure sores. *Plast Reconstr Surg* 121(1 Suppl):1-10.
- Bauman WA, Cardozo CP. (2015). Osteoporosis in individuals with spinal cord injury. *PM R* 7(2):188-201.
- Bedbrook GM, Sedgley GI. (1980). The management of spinal injuries-past and present. *Int Rehabil Med* 2(2):45-61.
- Benevento BT, Sipski ML. (2002). Neurogenic bladder, neurogenic bowel, and sexual dysfunction in people with spinal cord injury. *Phys Ther* 82(6):601-612.
- Bennett G, Dealey C, Posnett J. (2004). The cost of pressure ulcers in the UK. *Age Ageing* 33(3):230-235.
- Binder H. (2013). Traumatic spinal cord injury. *Handb Clin Neurol* 110:411-426.
- Bose B, Osterholm JL, Kalia M. (1986). Ganglioside-induced regeneration and reestablishment of axonal continuity in spinal cord-transected rats. *Neurosci Lett* 63(2):165-169.
- Bracken MB, Shepard MJ, Holford TR, Leo-Summers L, Aldrich EF, Fazl M, Fehlings M, Herr DL, Hitchon PW, Marshall LF, Nockels RP, Pascale V, Perot PL Jr, Piepmeier J, Sonntag VK, Wagner F, Wilberger JE, Winn HR, Young W. (1997). Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or tirilazad mesylate for

48 hours in the treatment of acute spinal cord injury. Results of the Third National Acute Spinal Cord Injury Randomized Controlled Trial. National Acute Spinal Cord Injury Study. *JAMA* 277(20):1597-1604.

Bracken MB. (2012). Steroids for acute spinal cord injury. *Cochrane Database Syst Rev* 1:CD001046.

Brem H, Maggi J, Nierman D, Rolnitzky L, Bell D, Rennert R, Golinko M, Yan A, Lyder C, Vladeck B. (2010). High cost of stage IV pressure ulcers. *Am J Surg* 200(4):473-477.

Brown R, DiMarco AF, Hoit JD, Garshick E. (2006). Respiratory dysfunction and management in spinal cord injury. *Respir Care* 51(8):853-868.

Bruck JC, Buttemeyer R, Grabosch A, Gruhl L. (1991). More arguments in favor of myocutaneous flaps for the treatment of pelvic pressure sores. *Ann Plast Surg* 26(1):85-8.

Bryant R. Acute and chronic wounds: nursing management. St Louis: Mosby-Yearbook; 1992.

Burns SP, Betz KL. (1999). Seating pressures with conventional and dynamic wheelchair cushions in tetraplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 80(5):566-571.

C

- Carda S, Cisari C, Invernizzi M. (2013). Sarcopenia or muscle modifications in neurologic diseases: a lexical or pathophysiological difference? *Eur J Phys Rehabil Med* 49(1):119-130.
- Cardenas DD, Hoffman JM, Kirshblum S, McKinley W. (2004). Etiology and incidence of rehospitalization after traumatic spinal cord injury: a multicenter analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 85(11):1757-1763.
- Carey LC, Lepley D Jr. (1962). Effect of continuous direct electric current on healing wounds. *Surg Forum* 13:33-5.
- Chiodo AE, Scelza WM, Kirshblum SC, Wuermser LA, Ho CH, Priebe MM. (2007). Spinal cord injury medicine. 5. Long-term medical issues and health maintenance. *Arch Phys Med Rehabil* 88(3 Suppl 1):S76-S83.
- Citak M, Backhaus M, Meindl R, Muhr G, Fehmer T. (2010). Rare complication after VAC-therapy in the treatment of deep sore ulcers in a paraplegic patient. *Arch Orthop Trauma Surg* 130(12):1511-1514.
- Coleman S, Gorecki C, Nelson EA, Closs SJ, Defloor T, Halfens R, Farrin A, Brown J, Schoonhoven L, Nixon J. (2013). Patient risk factors for pressure ulcer development: systematic review. *Int J Nurs Stud* 50(7):974-1003.
- Coleman S, Nixon J, Keen J, Wilson L, McGinnis E, Dealey C, Stubbs N, Farrin A, Dowding D, Schols JM, Cuddigan J, Berlowitz D, Jude E, Vowden P, Schoonhoven L, Bader DL, Gefen A, Oomens CW, Nelson EA. (2014). A new pressure ulcer conceptual framework. *J Adv Nurs* 70(10):2222-2234.

Consortium for Spinal Cord Medicine Clinical Practice Guidelines. (2001). Pressure ulcer prevention and treatment following spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. *J Spinal Cord Med. Spring24 Suppl* 1:S40-101.

Cripps RA, Lee BB, Wing P, Weerts E, Mackay J, Brown D. (2011). A global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: towards a living data repository for injury prevention. *Spinal Cord* 49(4):493-501.

D

Daniel RK, Faibisoff B. (1982). Muscle coverage of pressure points – the role of myocutaneous flaps. *Ann Plast Surg* 8(6):446-452

DeLisa JA, Mikulic MA. (1985). Pressure ulcers. What to do if preventive management fails. *Postgrad Med* 77(6):209-12, 218-20.

Dinsdale SM. (1974). Decubitus ulcers: role of pressure and friction in causation. *Arch Phys Med Rehabil* 55(4):147-152.

Dorner B, Posthauer ME, Thomas D, National Pressure Ulcer Advisory Panel. (2009). The role of nutrition in pressure ulcer prevention and treatment: National Pressure Ulcer Advisory Panel white paper. *Adv Skin Wound Care* 22(5):212-221.

E

Eitzen I. (2004). Pressure mapping in seating: a frequency analysis approach. *Arch Phys Med Rehabil* 85(7):1136-1140.

Evans D, Land L. (2001). Topical negative pressure for treating chronic wounds: a systematic review. *Br J Plast Surg* 54(3):238-242. Farid KJ, Winkelman C, Rizkala A, Jones K. (2012). Using temperature of pressure-related intact discolored areas of skin to detect deep tissue injury: an observational, retrospective, correlation al study. *Ostomy Wound Manage* 58(8):20-31.

F

Fehlings MG, Perrin RG. (2006). The timing of surgical intervention in the treatment of spinal cord injury: a systematic review of recent clinical evidence. *Spine (Phila Pa 1976)* 31(11 Suppl):S28-S35.

Fehlings MG, Rabin D, Sears W, Cadotte DW, Aarabi B. (2010). Current practice in the timing of surgical intervention in spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)* 35(21 Suppl):S166-S173.

Fehlings MG, Tator CH, Linden RD. (1989). The effect of nimodipine and dextran on axonal function and blood flow following experimental spinal cord injury. *J Neurosurg* 71(3):403-416.

Ferrell BA, Osterweil D, Christenson P. (1993). A randomized trial of low-air-loss beds for treatment of pressure ulcers. *JAMA* 269(4):494-497.

Ford CN, Reinhard ER, Yeh D, Syrek D, De, Las Morenas A, Bergman SB, Williams S, Hamori CA. (2002). Interim analysis of a prospective, randomized trial of vacuum-assisted closure versus the healthpoint system in the management of pressure ulcers. *Ann Plast Surg* 49(1):55-61.

Fuhrer MJ, Garber SL, Rintala DH, Clearman R, Hart KA. (1993). Pressure ulcers in community-resident persons with spinal cord injury: prevalence and risk factors. *Arch Phys Med Rehabil* 74(11):1172-1177.

Furlan JC, Noonan V, Cadotte DW, Fehlings MG. (2011). Timing of decompressive surgery of spinal cord after traumatic spinal cord injury: an evidence-based examination of pre-clinical and clinical studies. *J Neurotrauma* 28(8):1371-1399.

Furlan JC, Noonan V, Singh A, Fehlings MG. (2011). Assessment of impairment in patients with acute traumatic spinal cord injury: a systematic review of the literature. *J Neurotrauma* 28(8):1445-1477.

Garshick E, Kelley A, Cohen SA, Garrison A, Tun CG, Gagnon D, Brown R. (2005). A prospective assessment of mortality in chronic spinal cord injury. *Spinal Cord* 43(7):408-416.

G

Gawlitta D, Oomens CW, Bader DL, Baaijens FP, Bouten CV. (2007). Temporal differences in the influence of ischemic factors and deformation on the metabolism of engineered skeletal muscle. *J Appl Physiol* (1985) 103(2):464-473.

Gefen A, van Nierop B, Bader DL, Oomens CW. (2008). Strain-time cell-death threshold for skeletal muscle in a tissue-engineered model system for deep tissue injury. *J Biomech* 41(9):2003-2012.

Gefen A. (2014). Tissue changes in patients following spinal cord injury and implications for wheelchair cushion sand tissue loading: a literature review. *Ostomy Wound Manage* 60(2):34-45.

- Geisler FH, Coleman WP, Grieco G, Poonian D; Sygen Study Group. (2001). The Sygen multicentre acute spinal cord injury study. *Spine (Phila Pa 1976)* 26(24 Suppl):S87-S98.
- Gil-Agudo A, De la Peña-González A, Del Ama-Espinosa A, Pérez-Rizo E, Díaz-Domínguez E, Sánchez-Ramos A. (2009). Comparative study of pressure distribution at the user-cushion interface with different cushions in a population with spinal cord injury. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 24(7):558-563
- González Viejo MA, Montesinos Magraner L, Ramírez Garcerán L, (2016). Coste de las UPP en la Lesión Medular. *Libro de resúmenes: Comunicación en el Congreso Sociedad española de Paraplejia* 2016.
- Gorgey AS, Chiodo AE, Zemper ED, Hornyak JE, Rodriguez GM, Gater DR. (2010). Relationship of spasticity to soft tissue body composition and the metabolic profile in persons with chronic motor complete spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 33(1):6-15.
- Griffin M, Iqbal SA, Sebastian A, Colthurst J, Bayat A. (2011). Degenerate wave and capacitive coupling increase human MSC invasion and proliferation while reducing cytotoxicity in an in vitro wound healing model. *PLoS One* 6(8):e23404
- Groah SL, Schladen M, Pineda CG, Hsieh CH. (2015). Prevention of Pressure Ulcers Among People With Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *PM R* 7(6):613-36.
- Groth K. (1942). Clinical observations and experimental studies of the pathogenesis of decubitus ulcers. *Acta Clin Scand* 87(suppl 76):207.

Guihan M, Bates-Jenson BM, Chun S, Paruchi R, Chin AS, McCreath H. (2012). Assessing the feasibility of subepidermal moisture to predict erythema and stage 1 pressure ulcer in persons with spinal cord injury: A pilot study. *The Journal of Spinal Cord Medicine* Vol35:46-52

Gurtner GC, Werner S, Barrandon Y, Longaker MT. (2008). Wound repair and regeneration. *Nature* 453(7193):314-321.

H

Hagen EM, Faerstrand S, Hoff JM, Rekand T, Gronning M (2011). Cardiovascular and urological dysfunction in spinal cord injury. *Acta Neurol Scand Suppl* (191):71-78

Hagen EM, Rekand T, Grønning M, Færestrand S. (2012). Cardiovascular complications of spinal cord injury. *Tidsskr Nor Laegeforen* 132(9):1115-1120.

Hamanami K, Tokuhiro A, Inoue H. (2004). Finding the optimal setting of inflated air pressure for a multi-cell air cushion for wheelchair patients with spinal cord injury. *Acta Med Okayama* 58(1):37-44.

Heggors JP, Sazy JA, Stenberg BD, Strock LL, McCauley RL, Herndon DN, Robson MC. (1991). Bactericidal and wound-healing properties of sodium hypochlorite solutions: the 1991 Lindberg Award. *J Burn Care Rehabil* 12(5):420-424.

Ho CH, Bogie K. (2007). The prevention and treatment of pressure ulcers. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 18(2):235-253.

Hughenoltz H, Cass DE, Dvorak MF, Fewer DH, Fox RJ, Izukawa DM, Lexchin J, Tuli S, Bharatwal N, Short C. (2002). High-dose methylprednisolone for acute closed spinal cord injury--only a treatment option. *Can J Neurol Sci* 29(3):227-235.

Hurlbert RJ. (2000). Methylprednisolone for acute spinal cord injury: an inappropriate standard of care. *J Neurosurg* 93(1 Suppl):1-7.

I

Igarashi A, Yamamoto-Mitani N, Gushiken Y, Takai Y, Tanaka M, Okamoto Y. (2013). Prevalence and incidence of pressure ulcers in Japanese long-term-care hospitals. *Arch Gerontol Geriatr* 56(1):220-226.

Inman KJ, Sibbald WJ, Rutledge FS, Clark BJ. (1993). Clinical utility and cost-effectiveness of an air suspension bed in the prevention of pressure ulcers. *JAMA* 269(9):1139-1143.

J

Jackson J, Carlson M, Rubayi S, Scott MD, Atkins MS, Blanche EI, Saunders-Newton C, Mielke S, Wolfe MK, Clark FA. (2010). Qualitative study of principles pertaining to lifestyle and pressure ulcer risk in adults with spinal cord injury. *Disabil Rehabil* 32(7):567-578.

Janis JE, Kenkel JM. (2003). Pressure sores. *Sel Read Plast Surg* 9(39):1-42.

Jiang Q, Li X, Qu X, Liu Y, Zhang L, Su C, Guo X, Chen Y, Zhu Y, Jia J, Bo S, Liu L, Zhang R, Xu L, Wu L, Wang H, Wang J. (2014). The incidence, risk factors and characteristics of pressure ulcers in hospitalized patients in China. *Int J Clin Exp Pathol* 7(5):2587-2594.

Jiang SD, Dai LY, Jiang LS. (2006). Osteoporosis after spinal cord injury. *Osteoporos Int* 17(2):180-192.

K

Kokate JY, Leland KJ, Held AM, Hansen GL, Kveen GL, Johnson BA, Wilke MS, Sparrow EM, Iazzo PA. (1995). Temperature-modulated pressure ulcers: a porcine model. *Arch Phys Med Rehabil.*;76(7):666-673.

Kavalukas SL, Barbul A. (2011). Nutrition and wound healing: an update. *Plast Reconstr Surg* 127 (Suppl 1):38S-43S.

Keane FX. (1979). The minimum physiological mobility requirement for man supported on a soft surface. *Paraplegia* 16(4):383-389.

Kosiak M, Kubicek WG, Olson M, Danz JN, Kottke FJ. (1958). Evaluation of pressure as a factor in the production of ischial ulcers. *Arch Phys Med Rehabil* 39(10):623-629.

Kosiak M. (1961). Etiology of decubitus ulcers. *Arch Phys Med Rehabil* 42:19-29.

Kosiak M. (1991). Prevention and rehabilitation of pressure ulcers. *Decubitus* 4(2):60-24, 6 passim.

Kottner J, Wilborn D, Dassen T, Lahmann N. (2009). The trend of pressure ulcer prevalence rates in German hospitals: results of seven cross-sectional studies. *J Tissue Viability* 18(2):36-46.

Krause JS, Broderick L. (2004). Patterns of recurrent pressure ulcer safter spinal cord injury: identification of risk and protective factors 5 or more years after onset. *Arch Phys Med Rehabil* 85(8):1257-1264.

Kruger EA, Pires M, Ngann Y, Sterling M, Rubayi S. (2013). Comprehensive management of pressure ulcers in spinal cord injury: current concepts and future trends. *J Spinal Cord Med* 36(6):572-585.

L

Landis EM, Gibbon JH. (1933). The effects of temperature and of tissue pressure on the movement of fluid through the human capillary wall. *J Clin Invest* 12(1):105-138.

Landis EM. (1930). Microinjection studies of the capillary blood pressure in human skin. *Heart* 15:209.

Leclercq R. (2009). Epidemiological and resistance issues in multidrug-resistant staphylococci and enterococci. *Clin Microbiol Infect* 15(3):224-231.

- Lee JJ, Marvin JA, Heimbach DM, Grube BJ. (1988). Use of 5% sulfamylon (mafenide) solution after excision and grafting of burns. *J Burn Care Rehabil*9(6):602-605.
- Leijon S, Bergh I, Terstappen K. (2013). Pressure ulcer prevalence, use of preventive measures, and mortality risk in an acute care population: a quality improvement project. *J Wound Ostomy Continence Nurs* 40(5):469-474.
- Levi L, Wolf A, Belzberg H. (1993). Hemodynamic parameters in patients with acute cervical cord trauma: description, intervention, and prediction of outcome. *Neurosurgery* 33(6):1007-1016.
- Levy A, Kopplin K, Gefen A. (2014). An air-cell-based cushion for pressure ulcer protection remarkably reduces tissue stresses in the seated buttocks with respect to foams: finite element studies. *J Tissue Viability* 23(1):13-23.
- Lewis VL Jr, Bailey MH, Pulawski G, Kind G, Bashioum RW, Hendrix RW. (1988). The diagnosis of osteomyelitis in patients with pressure sores. *Plast Reconstr Surg* 81(2):229-232.
- Liu CW, Huang CC, Chen CH, Yang YH, Chen TW, Huang MH. (2010). Prediction of severe neurogenic bowel dysfunction in persons with spinal cord injury. *Spinal Cord* 48(7):554-559.
- Liu CW, Huang CC, Yang YH, Chen SC, Weng MC, Huang MH. (2009). Relationship between neurogenic bowel dysfunction and health-related quality of life in persons with spinal cord injury. *J Rehabil Med* 41(1):35-40.
- Lo TP Jr, Cho KS, Garg MS, Lynch MP, Marcillo AE, Koivisto DL, Stagg M, Abril RM, Patel S, Dietrich WD, Pearse DD. (2009). Systemic hypothermia improves

histological and functional outcome after cervical spinal cord contusion in rats. *J Comp Neurol* 514(5):433-448.

Loerakker S, Manders E, Strijkers GJ, Baaijens FPT, Bader DL, Oomens CWJ. (2011). The effects of deformation, ischemia, and reperfusion on the development of muscle damage during prolonged loading. *J Appl Physiol* (1985).;111(4):1168-1177.

M

Makhsous M, Priebe M, Bankard J, Rowles D, Zeigler M, Chen D, Lin F. (2007a). Measuring tissue perfusion during pressure relief maneuvers: insights into preventing pressure ulcers. *J Spinal Cord Med* 30(5):497-507.

Makhsous M, Rowles DM, Rymer WZ, Bankard J, Nam EK, Chen D, Lin F. (2007b). Periodically relieving ischial sitting load to decrease the risk of pressure ulcers. *Arch Phys Med Rehabil* 88(7):862-870.

Marriott R, Rubayi S. (2008). Successful truncated osteomyelitis treatment for chronic osteomyelitis secondary to pressure ulcers in spinal cord injury patients. *Ann Plast Surg* 61(4):425-429.

Maynard FM Jr, Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF Jr, Donovan WH, Ducker TB, Garber SL, Marino RJ, Stover SL, Tator CH, Waters RL, Wilberger JE, Young W. (1997). International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. American Spinal Injury Association. *Spinal Cord* 35(5):266-274.

McDonald JW, Sadowsky C. (2002). Spinal-cord injury. *Lancet* 359(9304):417-425.

- McInnes E, Jammali-Blasi A, Bell-Syer SE, Dumville JC, Cullum N. (2011). Support surfaces for pressure ulcer prevention. *Cochrane Database Syst Rev* (4):CD001735.
- McKinley WO, Jackson AB, Cardenas DD, DeVivo MJ. (1999). Long-term medical complications after traumatic spinal cord injury: a regional model systems analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 80(11):1402-1410.
- Mendes PV, Gradim LC, Silva NS, Allgretti AL, Carrijo DCM, Cruz DM. (2019). Pressure Distribution analysis in three wheelchairs cushions of subjects with spinal cord injury. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 14(6):555-560.
- Middleton JW, Leong G, Mann L. (2008). Management of spinal cord injury in general practice - part 2. *Aust Fam Physician* 37(5):331-332, 335-338.
- Miller GE, Seale J. (1981). Lymphatic clearance during compressive loading. *Lymphology* 14(4):161-166.
- Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. (2011). Lesiones medulares traumáticas y traumatismos craneoencefálicos en España, 2000-2008. Grupo de Trabajo de la Sociedad Española de Epidemiología sobre la Medida del Impacto en la Salud de las Lesiones por Traumatismos. Disponible en: <http://publicacionesoficiales.boe.es/>
- Montgomerie JZ. (1997). Infections in patients with spinal cord injuries. *Clin Infect Dis* 25(6):1285-90; quiz 1291-2.
- Montoto A, Ferreiro ME, Rodríguez A. Lesión medular. En: Sánchez I, Ferrero A, Aguilar JJ, Climent JM, Conejero JA, Flórez MT, Peña A, Zambudio P. Manual

SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física. Madrid: Panamericana; 2006. p. 505-519.

Moore Z, Cowman S. (2012). Pressure ulcer prevalence and prevention practices in care of the older person in the Republic of Ireland. *J Clin Nurs* 21(3-4):362-371.

Morse LR, Giangregorio L, Battaglino RA, Holland R, Craven BC, Stolzmann KL, Lazzari AA, Sabharwal S, Garshick E. (2009). VA-based survey of osteoporosis management in spinal cord injury. *PM R* 1(3):240-24.

Morton SC, Shekelle PG, Adams JL, Bennett C, Dobkin BH, Montgomerie J, Vickrey BG. (2002). Antimicrobial prophylaxis for urinary tract infection in persons with spinal cord dysfunction. *Arch Phys Med Rehabil* 83(1):129-38.

Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W. (1997). Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg* 38(6):553-562

Murata J, Murata S, Ohyama M, Kogo H, Matsubara S. (2014). Effect of a Dynamic Air Cushion on the Development of Leg Edema during Wheelchair Sitting. *J Phys Ther Sci* 26(6):911-913.

N

Nakamura K, Moriyama Y, Kariyazono H, Hamada N, Toyohira H, Taira A, Yamada K. (1999). Influence of preoperative nutritional state on inflammatory response after surgery. *Nutrition*. Nov-Dec; 15(11-12):834-841.

National Pressure Ulcer Advisory Panel, European Pressure Ulcer Advisory Panel, Pan Pacific Pressure Injury Alliance. (2014). Prevention and Treatment of Pressure Ulcers: Quick Reference Guide. Emily Haesler (Ed.). Cambridge Media: Osborne Park, Australia. Disponible en: <http://www.npuap.org>

O

Oliveira AL, Moore Z, O'Connor T, Patton D. (2017). Accuracy of ultrasound, thermography and subepidermal moisture in predicting pressure ulcers: a systematic review. *Journal of Wound Care*. <https://doi.org/10.12968/jowc.2017.26.5.199>

Organización Mundial de la Salud (2013). Lesiones medulares. Nota descriptiva N° 384. *Organización Mundial de la Salud*. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs384/es/>

Orgill DP, Bayer LR. (2011). Update on negative-pressure wound therapy. *Plast Reconstr Surg* 127(Suppl 1):105S–115S.

P

Palfreyman SJ, Stone PW. (2015). A systematic review of economic evaluations assessing interventions aimed at preventing or treating pressure ulcers. *Int J Nurs Stud* 52(3):769-788.

Pancorbo-Hidalgo PL, García-Fernández FP, Torra i Bou JE, Verdú Soriano J, Soldevilla-Agreda JJ (2014). Epidemiología de las úlceras por presión en España en 2013: 4º Estudio Nacional de Prevalencia. *Gerokomos* 25(4):162-170.

Park MO, Lee SH. (2019). Effects of seating education and cushion management for adaptive sitting posture in spinal cord injury: Two case reports. *Medicine (Baltimore)*. 98(4):e14231.

Park JW, Seo CH, Han SH, Lee YG. (2011). Sympathetic influence on biomechanical skin properties after spinal cord injury. *Spinal Cord* 49(2):236-243.

Park-Lee E, Caffrey C. (2009). Pressure ulcers among nursing home residents: United States, 2004. *NCHS Data Brief* (14):1-8

R

Rabchevsky AG, Kitzman PH. (2011). Latest approaches for the treatment of spasticity and autonomic dysreflexia in chronic spinal cord injury. *Neurotherapeutics* 8(2):274-282.

Rahimi-Movaghar V, Sayyah MK, Akbari H, Khorramirouz R, Rasouli MR, Moradi-Lakeh M, Shokraneh F, Vaccaro AR. (2013). Epidemiology of traumatic spinal cord injury in developing countries: a systematic review. *Neuroepidemiology* 41(2):65-85.

Rappl LM. (2008). Physiological changes in tissues denervated by spinal cord injury tissues and possible effects on wound healing. *Int Wound J* 5(3):435-444.

Regan MA, Teasell RW, Wolfe DL, Keast D, Mortenson WB, Aubut JA; Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence Research Team. (2009). A systematic review of therapeutic interventions for pressure ulcers after spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 90(2):213-231.

Rekand T, Hagen EM, Grønning M. (2012). Chronic pain following spinal cord injury. *Tidsskr Nor Laegeforen* 132(8):974-979.

Reuler JB, Cooney TG. (1981). The pressure sore: pathophysiology and principles of management. *Ann Intern Med* 94(5):661-666.

Rowland JW, Hawryluk GW, Kwon B, Fehlings MG. (2008). Current status of acute spinal cord injury pathophysiology and emerging therapies: promise on the horizon. *Neurosurg Focus* 25(5):E2.

Rubayi S, Burnett CC. (1999). The efficacy of single-stage surgical management of multiple pressure sores in spinal cord-injured patients. *Ann Plast Surg*;42(5):533–9

Rubayi S, Chandrasekhar BS. (2011). Trunk, abdomen, and pressure sore reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 128(3):201e–215e.

Rubiano AM, Carney N, Chesnut R, Puyana JC. (2015). Global neurotrauma research challenges and opportunities. *Nature* 527(7578):S193-S197.

Ruschkewitz Y, Gefen A. (2011). Cellular-scale transport in deformed skeletal muscle following spinal cord injury. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 14(5):411-424.

S

- Saikkonen J, Karppi P, Huusko TM, Dahlberg A, Mäkinen J, Uutela T. (2004). Life situation of spinal cord-injured persons in Central Finland. *Spinal Cord* 42(8):459-465.
- Scelsi R. (2001). Skeletal muscle pathology after spinal cord injury, our 20 year experience, and results on skeletal muscle changes in paraplegics, related to functional rehabilitation. *Basic Appl Myol* 11(2):75-85.
- Schlüer AB, Schols JM, Halfens RJ. (2014). Risk and associated factors of pressure ulcers in hospitalized children over 1 year of age. *J Spec Pediatr Nurs* 19(1):80-89.
- Scivoletto G, Fuoco U, Morganti B, Cosentino E, Molinari M. (2004). Pressure sores and blood and serum dysmetabolism in spinal cord injury patients. *Spinal Cord* 42(8):473-476.
- Sekhon LH, Fehlings MG. (2001). Epidemiology, demographics, and pathophysiology of acute spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)* 15;26(24 Suppl):S2-12.
- Sezer N, Akkuş S, Uğurlu FG. (2015). Chronic complications of spinal cord injury. *World J Orthop* 6(1):24-33.
- Sibbald RG, Krasner DL, Woo KY. (2011). Pressure ulcer staging revisited: superficial skin changes & Deep Pressure Ulcer Framework©. *Adv Skin Wound Care* 24(12):571-80; quiz 581-2.
- Siddall PJ, Middleton JW. (2006). A proposed algorithm for the management of pain following spinal cord injury. *Spinal Cord* 44(2):67-77.

Singh A, Tetreault L, Kalsi-Ryan S, Nouri A, Fehlings MG. (2014). Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. *Clin Epidemiol* 6:309-331.

Skerritt L, Moore Z. (2014). The prevalence, aetiology and management of wounds in a community care area in Ireland. *Br J Community Nurs* Suppl:S11-S17.

Stampas A, Tansey KE. (2014). Spinal cord injury medicine and rehabilitation. *Semin Neurol* 34(5):524-533.

Stinson, M., Gillan, C., Porter-Armstrong, A. (2013). A literature review of pressure ulcer prevention: weight shift activity, cost of pressure care and role of the occupational therapist. *Br J Occup Ther* 76(4):169-178.

Stockton L, Gebhardt KS, Clark M. (2009). Seating and pressure ulcers: clinical practice guideline. *J Tissue Viability* 18(4):98-108.

T

Tator CH, Koyanagi I. (1997). Vascular mechanisms in the pathophysiology of human spinal cord injury. *J Neurosurg* 86(3):483-492.

Tchanque-Fossuo CN, Kuzon WM Jr. (2011). An evidence-based approach to pressure sores. *Plast Reconstr Surg* 127(2):932-939.

Thorfinn J, Sjöberg F, Sjöstrand L, Lidman D. (2006). Perfusion of the skin of the buttocks in paraplegic and tetraplegic patients, and in healthy subjects after a short and long load. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 40(3):153-160.

Tollefsen E, Fondenes O. (2012). Respiratory complications associated with spinal cord injury. *Tidsskr Nor Laegeforen* 132(9):1111-1114.

Trewartha M, Stiller K. (2011). Comparison of the pressure redistribution qualities of two air-filled wheelchair cushions for people with spinal cord injuries. *Aust Occup Ther J* 58(4):287-292.

Tsuji S, Ichioka S, Sekiya N, Nakatsuka T. (2005). Analysis of ischemia-reperfusion injury in a microcirculatory model of pressure ulcers. *Wound Repair Regen* 13(2):209-215.

V

Van den Berg ME, Castellote JM, Mahillo-Fernandez I, de Pedro-Cuesta J. (2010). Incidence of spinal cord injury worldwide: a systematic review. *Neuroepidemiology* 34(3):184-192.

Vanderwee K, Clark M, Dealey C, Gunningberg L, Defloor T. (2007). Pressure ulcer prevalence in Europe: a pilot study. *J Eval Clin Pract* 13(2):227-235.

Vowden KR, Vowden P. (2009). The prevalence, management, equipment provision and outcome for patients with pressure ulceration identified in a wound care survey within one English Health care district. *J Tissue Viability* 18(1):20-26.

W

Wang J, Pearse DD. (2015). Therapeutic Hypothermia in Spinal Cord Injury: The Status of Its Use and Open Questions. *Int J Mol Sci* 16(8):16848-16879.

Wilson JR, Forgione N, Fehlings MG. (2013). Emerging therapies for acute traumatic spinal cord injury. *CMAJ* 185(6):485-492.

Witiw CD, Fehlings MG (2015). Acute Spinal Cord Injury. *J Spinal Disord Tech* 28(6):202-210.

Wu GA, Bogie KM. (2013). Not just quantity: gluteus maximus muscle characteristics in able-bodied and SCI individuals-implications for tissue viability. *J Tissue Viability* 22(3):74-82.

Wu KS, van Osdol WW, Dauskardt RH. (2006). Mechanical properties of human stratum corneum: effects of temperature, hydration, and chemical treatment. *Biomaterials* 27(5):785-795.

Wyndaele M, Wyndaele JJ. (2006). Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey? *Spinal Cord* 44(9):523-529.

Wyss CR, Harrington RM, Burgess EM, Matsen FA 3rd. (1988). Transcutaneous oxygen tension as a predictor of success after an amputation. *J Bone Joint Surg Am* 70(2):203-207.

L'abraçada final



Foto: Damià Aguilar

Abraçada de Lúdia Guerrero amb l'Isidre Esteve

Final d'un Dakar amb SALUT!

