



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>



Departament de Psiquiatria i Medicina Legal. Facultat de Medicina

Programa de Doctorat en Psiquiatria

**La impulsividad en adultos sanos: rasgos antropométricos
y exploración estructural de la corteza cerebral**

Jesús David Guerrero Apolo

Directores:

Dr. Antonio Bulbena Vilarrasa

Dr. José Blas Navarro Pastor

Tutor:

Dr. Óscar Vilarroya Oliver

Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Junio 2018

La impulsividad, inclinación de la frente y estructura cortical

A Nathalie, Nicole, Alice y Christine

CONTENIDOS	Página
AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Breve referencia histórica sobre psicología-médica y la estructura corporal.....	7
1.2. Las Escuelas biotipológicas.....	10
1.2.1. Escuela francesa	10
1.2.2. Escuela italiana.....	11
1.2.3. Escuela alemana	12
1.2.4. Escuela americana	14
1.3. Estudios sobre la estructura craneofacial, tejido cerebral subyacente y su asociación con aspectos de la personalidad.....	17
1.4. Referencias	20
1.5. Definición actual de la impulsividad	21
1.6. Teorías de la personalidad que explican la impulsividad.....	23
1.6.1. Eysenck y su teoría de la personalidad.....	23
1.6.2. Teoría de la Sensibilidad al Refuerzo de Gray.....	23
1.6.3. Modelo de R. Cloninger.....	24
1.6.4. Modelo de Dickman	26
1.6.5. Modelo de Zuckerman.....	27
1.6.6. Teoría de la impulsividad de Barratt	29
1.7. Referencias	30
2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
2.1. Observaciones sobre la inclinación de la frente e impulsividad.....	35
2.2. Estudios sobre el crecimiento del cerebro y la estructura craneofacial	38
2.3. Referencias	41
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	45
4. INVESTIGACIÓN	47

4.1. Métodos.....	47
4.1.1. Medida antropométrica.....	47
4.1.2. Adquisición de imágenes por resonancia magnética.....	49
4.1.3. Parcelación automática FreeSurfer.....	50
4.1.4. Autoinformes.....	51
4.2. Publicaciones y resultados principales.....	54
4.2.1. Estudio 1. Objetivo 1. Hipótesis 1.....	54
4.2.2. Estudio 2. Objetivo 1. Hipótesis 1.....	55
4.2.3. Estudio 3. Objetivos 2 y 3. Hipótesis 2, 3 y 4.....	56
5. CONCLUSIONES GENERALES.....	59
5.1. Objetivo 1. Hipótesis 1.....	59
5.2. Objetivo 2. Hipótesis 2.....	60
5.3. Objetivo 3. Hipótesis 3 y 4.....	61
5.4. Discusión.....	62
5.5. Implicación de los resultados.....	65
5.6. Limitaciones y futuras investigaciones.....	66
5.7. Referencias.....	69
ANEXO I. ESTUDIOS PUBLICADOS.....	71
ESTUDIO 1. La impulsividad y su asociación con la inclinación de la frente.....	73
ESTUDIO 2. The slant of the forehead as a craniofacial features of impulsiveness.....	83
ESTUDIO 3. Association between self-reported impulsiveness and gray matter volume in healthy adults. An exploratory MRI study.....	93
ANEXO II. ESTUDIO ADICIONAL.....	101
ESTUDIO 4. Correlation between impulsiveness, cortical thickness and slant of the forehead in healthy adults.....	103

AGRADECIMIENTOS

Primero, quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Antonio Bulbena por su constante optimismo y aliento, así como por haberme abierto la puerta a este proyecto.

Segundo, al Dr. Blas Navarro, que ha sido clave en el análisis de los “cuatro datos” que han formado esta tesis. Voy a recordar esas agradables sesiones “*fresurferianas*” entre parcelación cerebral y risas. Gracias por creer en este proyecto desde el principio y por haber estado ahí en todo momento.

Tercero, agradecer a mi tutor Dr. Óscar Vilarroya su ayuda y orientación inicial.

Quiero agradecer a la Autoescuela “La Clau” por permitirme el acceso a la muestra del segundo estudio e interesarse por este proyecto.

También el reconocimiento al equipo de Centro de Resonancias Alomar y en especial al ubicado en Vilanova i la Geltrú, por la profesionalidad mostrada en todo momento. Igualmente, dar las gracias a todos los voluntarios que han hecho posible la investigación.

Por supuesto, una mención especial a mi amigo y compañero Dr. Julián Gabarre, que sigue luchando incansablemente para que esta ciencia que relaciona las estructuras craneofaciales y la conducta humana tenga la consideración que se merece.

Y finalmente, a toda mi familia, a mis padres, hermanos y suegros por su apoyo constante y comprensión. Y muy especialmente a mi mujer Nathalie y a mis tres hijas, Nicole, Alicia y Christine, que han estado siempre ahí soportando este duro camino y que sin ellas no habría sido posible esta investigación.

RESUMEN

La historia de la Psicología refleja el interés por las formas y estructura del ser humano, siendo cráneo y rostro las más estudiadas para discernir aspectos de la personalidad.

Por su relevancia en numerosos trastornos psiquiátricos una conducta que ha sido objeto de numerosas investigaciones es la impulsiva, de la que han surgido distintas conceptualizaciones con cierta controversia etiológica. En este sentido, nada se ha investigado sobre la relación entre este constructo y la estructura craneofacial.

No obstante, el psiquiatra francés Louis Corman (1901-1995) en sus observaciones sobre la estructura craneofacial, afirmaba que una mayor inclinación de la frente hacia atrás se relacionaba con rasgos impulsivos, observación que no ha recibido atención hasta la fecha.

Por otro lado, las técnicas de neuroimagen están ayudando a clarificar que tipo de variaciones se producen en las regiones cerebrales implicadas en la impulsividad. Y aunque la investigación se ha centrado mayoritariamente en población clínica, los estudios con población sana parecen estar recibiendo mayor atención en la última década.

Así, esta investigación se constituyó sobre tres objetivos y cuatro hipótesis. En el primer objetivo se investigó la asociación entre la impulsividad y el grado de inclinación de la frente hacia atrás (GIF), bajo la primera hipótesis que a mayor GIF mayor impulsividad.

El segundo objetivo estudió la asociación entre la impulsividad y el volumen de la materia gris (VMG) de toda la corteza cerebral. Se formuló una segunda hipótesis que a menor VMG en regiones fronto-temporales mayor impulsividad.

El tercer objetivo investigó la asociación entre GIF y VMG de toda la corteza cerebral y se planteó la tercera hipótesis que a mayor GIF menor VMG en regiones fronto-temporales. Asimismo, sobre la hipótesis anterior, surgió una cuarta hipótesis para observar si un hipotético mayor GIF y menor VMG en regiones fronto-temporales, se asociaría a mayor impulsividad.

Los resultados confirman ampliamente la primera hipótesis, al obtener una alta asociación positiva entre 16 de 17 factores de impulsividad analizados y GIF.

La segunda hipótesis confirma disminuciones en el VMG de regiones de los lóbulos fronto-temporales, aunque también se han hallado incrementos en estos lóbulos y en regiones del lóbulo occipital.

En la tercera hipótesis, mayor GIF se asoció con tres regiones cerebrales. Se halló una disminución del VMG en el lóbulo frontal (giro caudal medio frontal derecho) y en el temporal (corteza transversal temporal derecha). También hallamos disminuciones de VMG en una región parietal (giro post-central derecho). Ello confirma nuestra hipótesis aunque se esperaba un mayor número de asociaciones negativas en regiones frontales.

Finalmente, en la cuarta hipótesis y en el factor de impulsividad no planeada, se confirma una asociación positiva con GIF a la vez que disminuciones de VMG en la región de la corteza transversal derecha (lóbulo temporal).

En conclusión, a mayor GIF mayor impulsividad autoinformada en sujetos sanos. También deducimos que numerosas regiones cerebrales parecen estar implicadas en este constructo.

Asimismo, en regiones posteriores del encéfalo, como el lóbulo occipital, no se han hallado correlaciones entre GIF y VMG, lo que parece indicar que GIF puede relacionarse con el tejido cerebral subyacente de regiones anteriores del encéfalo. En esta línea, confirmamos que GIF se asocia a un menor VMG en regiones temporales que influyen en la impulsividad no planeada, y aunque este factor también se ha relacionado con áreas frontales, en esta región no se ha encontrado una asociación conjunta con GIF.

Finalmente, aunque se trata de unos resultados iniciales, abren una incipiente línea de investigación sobre la relación conjunta entre la estructura craneofacial, el tejido cerebral subyacente y aspectos de la personalidad.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Breve referencia histórica sobre psicología-médica y la estructura corporal

La descripción psicológica del ser humano ha sido consecuencia directa del contexto histórico y de la tecnología disponible.

La historia de la Psicología refleja el interés por las formas y estructuras del ser humano, siendo cráneo y rostro las más estudiadas para discernir aspectos de la personalidad e inteligencia de los sujetos. Por ejemplo, los Egipcios (3000 años a. C) catalogaron formas craneales y su significado (Boulart y Juès, 2000) o en la antigua Mesopotamia donde el cuerpo humano era tratado como objeto adivinatorio de la personalidad (Ferreira, 2008).

Posteriormente, la forma del cuerpo humano en general y la del cráneo en particular despertó un gran interés como método de conocimiento del ser humano, como puede verse en los Caldeos (600 a.C.) donde la lectura del rostro era vista como una profesión (Boulart y Juès, 2000).

Siglos más tarde, Hipócrates (460-355 a.C.) impulsó el nacimiento de la Psicología Diferencial, pudiéndose considerar la obra de Teofrasto (372-287 a. C) como el origen de la Psicología de las Diferencias Individuales (Eysenck y Eysenck, 1969; Ibañez, 1989).

Hipócrates propuso cuatro tipologías mutuamente excluyentes del ser humano (Sanguíneo, Colérico, Bilioso y Nervioso). No obstante, se le atribuye a Aristóteles (384-

322 a.C.) la obra "Fisiognómica" quien realizó un análisis sistemático del carácter y de los hábitos a partir de los rasgos fisionómicos.

En los siglos XV y XVI destacaron figuras como Leonardo Da Vinci (1454-1519) (ver Figura 1) que afirmó: *"Es cierto que el rostro muestra indicaciones de la naturaleza de los hombres, sus vicios y temperamentos. Las marcas que separan las mejillas de los labios, las fosas nasales de la nariz, los ojos de sus cuencas, claramente muestran si los hombres son alegres y se ríen a menudo. Los hombres que posean pocas de las marcas, son hombres dedicados al pensamiento. Los hombres cuyas caras están perfectamente señaladas con marcas, son violentos, irascibles y irrazonables. Los hombres que tengan líneas muy marcadas entre sus cejas, son también irascibles. Los que tienen líneas horizontales muy marcadas en sus frentes, están llenos de penas, sean secretas o admitidas."*



Figura 1. Medidas de perfil efectuadas por Leonardo Da Vinci (1454-1519).

Posteriormente el filósofo suizo Lavater (1740-1801) asoció rasgos faciales con rasgos

de la personalidad y el anatomista F. J. Gall (1758-1828) que bajo el término *craneología* y posteriormente *frenología*, afirmaba sin validez científica, que las protuberancias del cráneo reproducen en la mayoría de los casos a las del cerebro. Sus principios establecían que el cerebro es el órgano de la mente y que las diferentes áreas junto con su función, se correspondía con las formas del cráneo (Nofre, 2006). A pesar del fracaso evidente, cabe reconocer a F. J. Gall la idea de la diferenciación funcional del cerebro, lo que generó avances importantes en Psicología Fisiológica.

Finalmente, la Psicología fue una de las últimas ciencias particulares en separarse de la filosofía, en la que estuvo integrada hasta el S.XIX, cuyos esfuerzos debían objetivar la mente a través de la metodología disponible y principalmente fundamentada en la observación. Por ello, no es de extrañar que la forma humana cobrara interés dada su explícita característica observable.

Y fruto de ese interés por relacionar la patología médica, la psicología y la forma humana, se constituyeron las primeras escuelas científico-biológicas donde destacaron las escuelas biotipológicas de Francia, Alemania, Italia y América.

1.2. Las Escuelas biotipológicas

Actualmente, disciplinas de las Ciencias de la Salud, parecen ayudarse para sus diagnósticos con herramientas provenientes de diferentes ámbitos y corrientes. Un ejemplo de ello, lo vemos en la gran variabilidad de los programas psicoterapéuticos para evaluar, diagnosticar y tratar un mismo trastorno psiquiátrico.

Aquí radica la dificultad en buscar un punto de encuentro para comparar las distintas disciplinas que se ocupan de la mente humana y unificar los componentes multidisciplinarios, aspecto que puede ser reaccionario si se apoya en las serias dudas en cuanto al postulado mecanicista de separar cuerpo-mente en la teórica y práctica clínica psiquiátrica.

En este sentido, a través de estudios descriptivos, las escuelas biotipológicas desde la hipocrática hasta nuestros días han soportado un marco común en el desarrollo de sus teorías. Castellino (1927) basándose en la embriología, propuso distintos tipos constitucionales que dio lugar a su teoría embriológica-constitucional. Relacionó las tipologías constitucionales a partir del endoblasto, mesoblasto y ectoblasto, desarrollándolo posteriormente Sheldon (1940) bajo las tres capas celulares del embrión (endodermo, mesodermo y ectodermo). Si bien, según estas teorías, la función del tipo de desarrollo de las capas del embrión dará lugar a una u otra constitución morfológica.

1.2.1. Escuela francesa

Esta escuela surgió entre los siglos XVIII y XIX con un enfoque morfológico-estructural. En sus inicios y bajo un principio anatómico-organicista, Noel Halle (1754-1822) describió tres temperamentos anatómicos: vascular, muscular y nervioso y al

predominio de alguna región específica, ya sea la cefálica, torácica o abdominal, los denominó temperamentos parciales.

Posteriormente, Claude Sigaud (1862-1921) distinguió cuatro “tipos” humanos según el sistema predominante (digestivo, respiratorio, muscular y cerebral). Este autor para sus diagnósticos clínicos examinando el cuerpo se basó en la unidad funcional del conjunto y en la interacción organismo-ambiente, tema de impacto en la investigación actual (Danielle, 2011). Ello supuso un gran avance para sus diagnósticos clínicos a través de la morfología corporal (Sigaud, 1914).

1.2.2. Escuela italiana

La escuela italiana se originó en el siglo XIX con significativas diferencias a la escuela francesa. Desde un enfoque morfo-funcional (Magliozzi, 2014) se introdujo la antropometría como método objetivo para las evaluaciones constitucionales (Villanueva, 1979) así como el uso de la estadística para su interpretación.

La antropometría fue introducida por Giovanni (1838-1916) considerado como el creador de esta escuela que la utilizó clínicamente para objetivar los errores en la constitución corporal individual (Abrizio, 2007). Destacó la importancia de la relación entre forma y función y estableció los conceptos de normotipo (ideal abstracto de un tipo intermedio) y ectotipo (desviaciones de norma para un tipo somático).

Pende (1880-1870) fue otro autor destacado de esta escuela que elaboró su tipología en función de factores endocrinológicos dando lugar a la Endocrinología Constitucional y a la Psicología Constitucional. Para este autor, el biotipo “*obedece ante todo a las leyes de herencia biológica y de evolución cronológica ascendente, que marcan la constitución*

somática-psíquica”. Distingue los tipos longilíneo-esténico (individuos fuertes, delgados, con hiperfunción de tiroides y suprarrenales), el longilíneo-asténico (débiles, delgados, de escaso desarrollo muscular e hipofunción de las suprarrenales), brevilíneo-esténico (fuertes, musculados, de reacciones lentas, con hipotiroidismo y con hiperfunción de las glándulas suprarrenales) y brevilíneo-asténico (gordos, débiles, lentos de reacciones y con hipofunción de pituitaria y tiroides).

Por otro lado, según Pende los factores determinantes de las características estructurales del biotipo individual serían los siguientes:

- A. Factores hereditarios, que se dividen en hereditarios raciales e individuales.
- B. Factores ambientales, cuyo impacto influye en todo el periodo de desarrollo del ser y que interactúa con los factores genéticos.
- C. Factores humorales, tanto generadores de energía (nutricionales) como reguladores del proceso de desarrollo (hormonas, vitaminas, fermentos, electrolitos).
- D. Factores neuropsicológicos dominantes, centros nerviosos de la vida de relación y de la vida vegetativa y energía psíquica.

1.2.3. Escuela alemana

Ernest Kretschmer (1888-1964) fue su máximo representante y propuso hallar las correlaciones entre la estructura somática y la psíquica, por lo que su enfoque se basa en las correlaciones entre hábito corpóreo y carácter psíquico.

Desde un enfoque puramente funcional, sugería que determinados tipos somáticos corresponden a determinados tipos psíquicos y viceversa (Magliozzi, 2014) y estudió

diferentes enfermedades psiquiátricas, como la esquizofrenia, a través de un método empírico, no estadístico, que es principalmente ectoscópico-descriptivo. En un amplio estudio con más de 400 pacientes psiquiátricos observó tres grandes grupos constitucionales: pícnicos, atléticos y asténicos.

Sus observaciones se extendieron principalmente en el campo de la Criminología, constituyendo sus tipologías partiendo de su experiencia médica.

La tipología pícnica se caracteriza por un mayor desarrollo del cráneo, tórax y abdomen, así como por una tendencia adiposa en el tronco. Sus miembros son blandos, de líneas suaves, a veces muy delicadas, escasos relieves óseos y musculares. Los hombros son más bien redondos, levantados y contraídos hacia delante, y con una fuerte inflexión característica en el borde interno del deltoides, en dirección al pecho. El rostro es *"Ancho, blando y redondo y encima el cráneo grande, redondo, ancho y alargado, pero no muy alto"*. La talla general es la media y tienden a la extroversión y a la fácil adaptación.

El tipo atlético se caracteriza por un mayor desarrollo del esqueleto, de la musculatura y también de la piel. Sus hombros y caja torácica son anchos, el abdomen es tenso y el tronco se estrecha hacia abajo. Resaltan sus relieves óseos y en especial en el rostro, manos y pies. La piel es gruesa y recia. De ideas lentas, su temperamento es tranquilo y relajado (Magliozzi, 2014).

El tipo asténico o leptosomático presenta una constitución delgada, cuya estatura parece más alta de lo que es en realidad. Su piel es enjuta y pálida, caja torácica alargada, estrecha y aplastada. Los rostros poseen forma de óvalo, con nariz larga que muestran a veces una desproporción en comparación con el maxilar inferior que junto con la frente

tienden a ser huidizos sobre todo en los esquizofrénicos. Tienen muy desarrollada la pilosidad primaria (cabello y cejas). Su temperamento presenta rasgos esquizotípicos.

Por otro lado, desde sus inicios afirma que los tipos puros son la excepción, por eso, dice, “*Solo describimos como típicos los valores medios de estos rasgos superpuestos y acentuados*” que confirma la interrelación entre lo corporal y psíquico.

Este autor demostró la existencia de una estrecha correlación entre las formas corporales asténicas y atléticas y la esquizofrenia y entre las formas pícnicas y la psicosis maniacodepresiva (Villanueva, 1991), además le corresponde el mérito histórico de haber iniciado las teorías somatotípicas.

1.2.4. Escuela americana

Sheldon (1899-1977) fue el creador de la escuela americana, cuyo trabajo mejoró el soporte metodológico de las teorías constitucionales anteriores y desarrollo sus tipos constitucionales regresando a un enfoque morfo-funcional-psicológico.

Para la constitución de sus tipos morfológicos, se basó en las tres láminas embrionarias, el endodermo, el mesodermo y el ectodermo.

El endomorfo estaría constituido por el predominio del endodermo del cual surgirá el revestimiento mucoso del aparato respiratorio, digestivo y urinario (vejiga y uretra) y otros órganos como el hígado, páncreas, tiroides y timo, cuyo significado evolutivo de esta capa embrionaria viene marcado por todo lo que se sirve la persona para nutrirse (oxígeno, agua, alimentos) y posterior eliminación de toxinas. Así esta dominancia dará como resultado unas formas redondas en todas las regiones del cuerpo y con tendencia a la gordura. Comer, digerir y dormir serán sus fines principales. Sus rasgos de personalidad

estarían inclinados hacia la sociabilidad, extraversión y fácil adaptabilidad.

El mesomorfo tendrá un mayor desarrollo del mesodermo cuya capa se vincula al tejido conectivo y al sistema musculo-esquelético, cardiovascular y linfático, cuya evolución conforma las estructuras y formas del cuerpo, lo que permite a lo interno ser dinámico y moverse en el espacio. Por lo que un predominio de éste configurará un gran desarrollo de las estructuras somáticas (huesos, músculo, tejido conjuntivo). También un alto peso específico, dureza, resistencia y con tronco grande. Su temperamento es enérgico y activo.

El ectomorfo presenta dominancia del ectodermo de donde se origina el sistema nervioso central y periférico, así como el cutáneo (pelo de la cabeza, uñas, glándulas cutáneas), los órganos de los sentidos (ojos, oídos) mucosa de la boca e hipófisis. Su significado evolutivo lo pone en contacto con el mundo externo cuyo papel principal es sentir ese mundo externo. Su dominancia presentará un cuerpo frágil, alargado, delicado, con extremidades largas y delgadas, músculos pobres, tórax chato, huesos poco consistentes y finos, hombros caídos cara pequeña, nariz, afilada y pelo fino. Todo ello, les hace personas que responden excesivamente a los estímulos externos dada su sensibilidad.

A estos tres tipos corporales descritos le corresponderían unos rasgos caracterológicos y temperamentales propios de tres tipos respectivamente: el tipo viscerotónico, el somatotónico y el cerebrotónico.

El tipo viscerotómico es endomorfo, cómodo, lento, glotón, sociable, cortés, amable, tolerante, hogareño, extrovertido.

El somatotómico es mesomorfo, firme, aventurero, energético, atlético, ambicioso, osado, valiente, agresivo, inestable, escrupuloso, estridente, dinámico.

El cerebrotónico es ectomorfo, rígido, rápido, aprensivo, controlado, asocial, desordenado, hipersensible, solitario, pleno de problemas de carácter funcional, alergias, insomnios, sensible al ruido e introvertido.

Los procesos psicológicos subyacentes a las estructuras, representarían por tanto la vertiente dinámica y funcional de las estructuras previamente analizadas.

1.3. Estudios sobre la estructura craneofacial, tejido cerebral subyacente y su asociación con aspectos de la personalidad

En el estudio de la personalidad, existe multitud de literatura científica asociada con variaciones morfológicas del tejido cerebral, aunque apenas se han hallado estudios que incluyan alguna medida objetiva de la estructura craneofacial, el tejido cerebral subyacente y aspectos de la personalidad.

Pujol et al. (2011) en una muestra de 101 sujetos diagnosticados de trastorno obsesivo compulsivo, en comparación con 101 sujetos sanos, encontraron un patrón de deformación que incluía acortamiento de la dimensión anterior y posterior de los lóbulos frontales y ganglios basales, así como un alargamiento de los espacios de líquido cefalorraquídeo alrededor del opérculo frontal. En este sentido, hallaron una correlación positiva entre la variación de la forma de tejido cerebral subyacente con el tamaño de los senos frontales (ver Figura 2). En consecuencia, se observó como un apretamiento de los senos frontales se correspondía con un mayor patrón obsesivo y un alargamiento del opérculo frontal relacionaba con una mayor compulsión en los sujetos.

(Pujol et al., 2011)

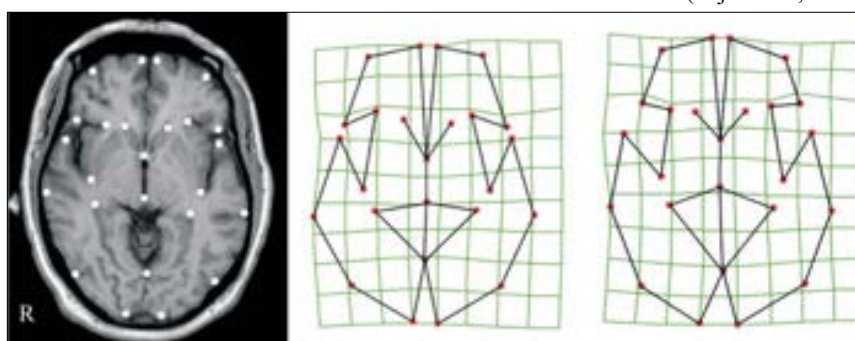


Figura 2. Landmark position. On the left, the selected bicommissural anatomical plane with the 25 landmarks identified for each individual. The schematic deformation fields illustrate landmark configurations representative of mean control subject (central figure) and OCD patient (right figure) morphology. R indicates right hemisphere.

En un estudio más reciente, Gabarre et al. (2017) en una muestra de 82 varones, analizaron cómo la diferencia entre las anchuras del arco bicigomático y bigonial del rostro, proporcionan información relevante sobre aspectos de la personalidad y las habilidades de los participantes.

Estos autores hicieron dos grupos, uno formado por 55 sujetos (grupo A) con el arco bicigomático en contracción y otro formado por 27 sujetos (grupo B) con el arco bicigomático sin retracción (ver Figura 3). A todos los participantes se le administraron autoinformes que evaluaban la adhesión/independencia al grupo, alexitimia y la expresividad emocional.

El grupo A mostró respecto al grupo B una mayor autosuficiencia e independencia, mayor dificultad para describir y expresar verbalmente sus emociones, menor capacidad para expresarse emocionalmente a través de diferentes formas de comunicación y reducción de la voluntad de cooperación desinteresada.

Estos resultados sugieren una relación entre la estructura morfológica del arco bicigomático del rostro y ciertas características de la personalidad.

(Gabarre et al., 2017)



Figura 3. A la derecha Grupo A. Izquierda grupo B. Puntos de medición: la anchura entre zygoniones (distancia pómulos) y la anchura entre goniones (distancia mandibular).

En esta línea, una conducta que ha generado un gran cuerpo de literatura científica es la impulsiva de la que han surgido distintas conceptualizaciones con cierta controversia etiológica.

Asimismo, tampoco se han hallado publicaciones científicas que asocien la conducta impulsiva con la estructura craneofacial, con excepción de lo observado por el Dr. L. Corman, hecho que ha impulsado parte de esta investigación y que será justificado en el apartado 2, aunque previamente se hará un repaso sobre las distintas teorías de la impulsividad y sus conceptualizaciones.

1.4. Referencias

- Boulart, M., y Juès, J. P. (2000). La Morphopsychologie. Paris: PUF.
- Castellino P. (1929). Dottrina dell'antagonismo e del sinergismo sull'equilibrio neurovegetativo. Bologna: Cappelli.
- Corman, L. (1970). Nuevo manual de Morfopsicología. Alcoy: Marfil.
- Corman, L. (2013). Rostros y Caracteres. Malta: Guid.
- Corman, L. (1985). Visages et Caractères. Paris: PUF.
- Eysenck, H. J. y Eysenck, S. B. G (1969). Personality structure and measurement. London: Routledge y Kegan Paul.
- Eysenck, H. J., Eysenck, M. W. (1985). Personality and individual differences: a natural science approach. New York: Plenum Press.
- Ferreira, É. C. (2008). «Si una mujer tiene la cabeza grande»: fisionomía y carácter femenino en un texto asiriobabilónico. *Asclepio*, 60, 19-36.
- Gall, F. J. (1806). Exposición de la doctrina del doctor Gall, ó nueva teoría del cerebro, considerado como residencia de las facultades intelectuales y morales del alma (p.189). Madrid: Imprenta de Villalpando.
- Gabarre-Mir, J., Navarro-Pastor, J. B., Gabarre-Armengol, C., y Estaún-Ferrer, S. (2017). Bizygomatic width and its association with social and personality traits in males. *International Journal of Morphology*, 35, 1037-1042.
- Ibañez, E. (1989). Individuo, persona y personalidad. En Pelechano (Ed.). Personalidad. Madrid, Alambra.
- Lavater, J. C. (1984). Physiognomische Fragmente. Stuttgart: Reclam.
- Magliozzi, P. (2014). La reactividad constitucional del sujeto: Una "*pedra de rosetta*" interdisciplinaria. *Acta bioethica*, 20, 71-80.
- Nofre, D. (2006). En el centro de todas las miradas: una aproximación de la frenología. *Acta Hisp. Med. Sci. Hist. Illus.*, 26, 93-124.
- Pujol, J., Soriano-Mas, C., Gispert, J. D., Bossa, M., Reig, S., Ortiz, H., Alonso, P., Cardoner, N., López-Solà, M., Harrison, B. J., Deus, J., Menchón, J. M., Desco, M., Olmos, S...(2011). Variations in the shape of the frontobasal brain region in obsessive-compulsive disorder. *Human Brain Mapping*, 32, 1100-1108.
- Sheldon, W. (1940). The Varieties of Human Physique: An Introduction to Constitutional Psychology. New York: Harper.
- Sigaud, C. (1914). La forme humaine, sa signification. Paris: Maloine.
- Villanueva, M. (1979). Manual de técnicas somatotípicas. México: Instituto de Investigaciones Antropológicas.

1.5. Definición actual de la impulsividad

El término impulsividad proviene del latín “*impulsus*” que significa “golpear o empujar”, el cual fue utilizado en el S. XIX por los mecanicistas franceses para definir a los sujetos con un bajo control volitivo-emocional bajo la creencia de un pobre intelecto.

En el año 1887, el psiquiatra francés Valentin Magnan (1835-1816) describió la impulsividad como una rápida explosión de energía y una falta de control voluntario.

Por otro lado, la comunidad científica alemana, atribuía la impulsividad a la influencia de lesiones cerebrales. Ello despertó interés en la medicina y la psicología bajo la creencia de una enfermedad cuya etiología residía en un desarrollo patológico de los impulsos (Haro et al., 2004; Pinal y Pérez, 2003).

En consecuencia, se fue modificando la definición hasta incluir conductas como la poca reflexión o la agresividad (Haro et al., 2004) además de ser definida como rasgo, estado o asociada a otros trastornos psiquiátricos, lo cual contribuyó al aumento de estudios experimentales (Leshem y Glicksohn, 2007; Perales et al., 2009).

En la actualidad, numerosas investigaciones (Buelow y Suhr, 2009; Caswell et al., 2015; Dougherty et al., 2003; Gullo y Dawe, 2014; Khodarahimi, 2013) señalan que la impulsividad es un constructo psicológico multidimensional, donde diferentes factores neurobiológicos están implicados (Fineberg, et al., 2014). Ello, dificulta enormemente su definición y la propuesta de una etiología común que facilite su abordaje.

La impulsividad puede definirse como una falta de inhibición de respuestas, procesamiento rápido de la información (Barratt, 1994) actuar sin pensar (Ghahremani et al., 2013) o responder sin tener una evaluación adecuada del contexto. También se le

atribuye una dificultad en la demora de las recompensas, una toma de decisiones rápidas o la falta de autocontrol (Brook y Boaz, 2005; Dougherty et al., 2003; Reynolds, Penfold y Patak, 2008).

Asimismo, determinados tipo de impulsividad incluyen una preferencia hacia pequeñas y rápidas recompensas sobre recompensas más grandes y demoradas, lo que evidencia la falta de inhibición conductual (Dougherty et al., 2003) o un estilo cognitivo con falta de reflexividad.

Otra definición, objetiva la impulsividad como un estilo de respuesta rápido y sin demasiado análisis, y que se genera cuando los individuos se enfrentan a problemas que cuentan con varias opciones de solución, pero sólo una de ellas es la correcta. Por esta razón, también se relaciona con procesos de evaluación y producción de alternativas (Buela-Casal et al., 2001; Oas, 1984; Plutchik y Van Praag, 1995).

En este sentido, hay que señalar que todas las definiciones expuestas son consecuencia de un abordaje desde diferentes estrategias teóricas y de investigación (Buelow y Suhr, 2009; Felds, Sabet y Reynolds, 2013; Janssen et al., 2015; Whiteside y Lynam, 2001), lo que ha generado una falta de consenso conceptual.

En suma, la impulsividad es un constructo muy complejo que se ha asociado con la rapidez, la falta de premeditación o con conductas pocos reflexivas, las cuales son las que objetivamos y medimos con instrumentos basados en unas u otras posiciones teóricas, a lo que se suma la dificultad de una evaluación en su contexto.

1.6. Teorías de la personalidad que explican la impulsividad

1.6.1. Eysenck y su teoría de la personalidad

La teoría dimensional de la personalidad propuesta por Eysenck, plantea la impulsividad como una dimensión cuantitativa y continua enmarcada en el modelo *PEN* (siglas en inglés). Extroversión-Neuroticismo-Psicoticismo. Eysenck y Eysenck (1977) hallaron cuatro sub-dimensiones diferenciables para la conducta impulsiva, las cuales fueron definidas de la siguiente manera:

- A. Impulsividad en un sentido estricto (narrow impulsiveness): estaría relacionada con actuar rápido e irreflexivamente en función de recompensas a corto plazo, sin considerar sus consecuencias a mediano o largo plazo.
- B. Toma de riesgos (risk-taking): búsqueda de actividades que pueden implicar tanto recompensas como castigos.
- C. Capacidad de improvisación (non-planning): actuar sin planificar con antelación.
- D. Vitalidad o vivacidad (liveliness): en el sentido de energía o capacidad para la actividad.

1.6.2. Teoría de la Sensibilidad al Refuerzo de Gray

Destaca por un lado la activación que pueden generar las diversas situaciones y por otro la tendencia que podría seguir la conducta en términos de aproximación o evitación, según las señales sean apetitivas o aversivas, respectivamente (Becerra, 2010).

Supone la existencia de dos sistemas de regulación al refuerzo y al castigo. El

Sistema de Activación/Aproximación Conductual (SAC, del inglés BAS, *Behavioral Activation/Approach System*) y el Sistema de Inhibición Conductual (SIC, del inglés BIS, *Behavioral Inhibition System*).

Esta teoría incorpora aspectos motivacionales a la teoría propuesta por Eysenck y la impulsividad aparece como una de las dos dimensiones fundamentales junto con la ansiedad.

El funcionamiento de estos dos sistemas ha sido asociado a distintas estructuras cerebrales. El SIC se corresponde con la actividad del septum, el hipocampo, el hipotálamo y la corteza prefrontal (Gray, 1970). Por otro lado, el SAC se ha relacionado con las fibras dopaminérgicas que ascienden desde el área tegmental para inervar los ganglios basales, el núcleo talámico y áreas neocorticales próximas.

El concepto de impulsividad para Gray se relaciona con la sensibilidad para los estímulos de recompensa. Es decir, la impulsividad sería una tendencia a mostrar comportamientos de aproximación, provocados por la mayor actividad del SAC.

Así, en la conducta impulsiva, el SIC inhibe las influencias del SAC, ya que de acuerdo a este modelo, ambos sistemas son independientes y se inhabilitan mutuamente (Gray, 1987).

1.6.3. Modelo de R. Cloninger

Este autor relaciona la impulsividad con la búsqueda de novedad y con conductas de aproximación a estímulos indicadores de refuerzo. Desde un punto de vista biopsicológico, no sólo pretende resolver las discrepancias en el estudio de la personalidad relacionadas con lo biológico y lo ambiental, sino también el conflicto entre

las descripciones dimensionales y categoriales. Plantea que la conducta observable, es el resultado de la interacción de influencias genéticas y ambientales que permiten evaluar a las personas en la práctica clínica y describir la personalidad “normal” (Dolcet, 2006).

En primer término, su teoría describe tres dimensiones del temperamento (rasgos heredados y biológicos) que serían, la búsqueda de la novedad, la evitación del daño y dependencia de la recompensa. Estas dimensiones serían dependientes de tres vías monoaminérgicas específicas:

- A. Búsqueda de la novedad con la actividad dopaminérgica.
- B. Evitación del daño con la actividad serotoninérgica.
- C. Dependencia de la recompensa y su relación con el bajo nivel basal de la actividad noradrenérgica.

Si bien, estos sistemas eran independientes entre sí, interactuaban en la manifestación de la conducta dando lugar a diferencias en la personalidad.

Según Goncalves y Cloninger (2010) la búsqueda de novedad estaría asociada a la impulsividad y evidenciaría diferencias en la activación de comportamientos de aproximación elicitados por la novedad, señales de recompensa o de evitación de la monotonía. Las personas que manifiestan una alta tendencia a la búsqueda de la novedad podrían desarrollar conductas adictivas, aburrirse con facilidad en situaciones rutinarias y ser propensas a conductas de impulsividad y desorden (Squillace et al., 2011).

La evitación del daño estaría relacionada con la propensión a la ansiedad. Esta dimensión daría cuenta de las diferencias individuales que dependen de la inhibición de

comportamientos en función de las señales aversivas de castigo o de frustración.

La dependencia de la recompensa, estaría relacionada al ámbito social y daría cuenta de diferencias individuales respecto de la búsqueda de señales de aprobación social o sentimental.

Y la persistencia tendría que ver con las diferencias que evidencian las personas en cuanto a su capacidad para mantener comportamientos que implican refuerzo intermitente. (Cloninger, Przybeck y Wetzel, 1994).

Según Squillace et al., (2011) Cloninger distingue dentro del rasgo “Búsqueda de Novedad” dos facetas: la Exploración y la Impulsividad. Define la primera como la activación de conductas de aproximación ante señales de recompensa y novedad, mientras que la impulsividad queda referida como el actuar rápido, irreflexivo o no premeditado. Esta característica no necesariamente es negativa, ya que dependiendo de la situación podría incluso llegar a ser adaptativa, observación que ya defendió Dickman (1985) en su modelo.

1.6.4. Modelo de Dickman

Este autor considera la impulsividad como una dimensión de la personalidad que no siempre genera consecuencias negativas y la entiende como un actuar rápido e irreflexivo, lo cual podría tener una vertiente funcional. (Dickman, 1985; 1990)

De hecho, en tareas experimentales sencillas de funcionamiento cognitivo, se ha encontrado que las personas con mayor grado de impulsividad cometen menos errores o son más precisos al tomar decisiones en tiempos breves, que las menos impulsivas (Dickman y Meyer 1988).

Este autor, define la impulsividad funcional como la tendencia a tomar decisiones rápidas que resultan adecuadas y que implican un beneficio personal. Ello, estaría relacionado con entusiasmo, riesgo, actividad o la audacia.

La impulsividad disfuncional la define como la tendencia a tomar decisiones irreflexivas, rápidas y poco precisas en situaciones que no lo requieren, lo que conlleva consecuencias negativas para el individuo.

En su investigación, los sujetos impulsivos funcionales reflejaron una mayor velocidad de procesamiento de la información, siendo más rápidos y precisos en comparación con aquellos sujetos impulsivos disfuncionales, quienes manifestaron una mayor cantidad de errores y mayor susceptibilidad a la interferencia.

Todo ello, parece sugerir una impulsividad situacional, útil y adaptativa.

1.6.5. Modelo de Zuckerman

En su modelo de la personalidad “Modelo de los cinco factores alternativos” (Zuckerman et al., 1983) la impulsividad es una de las cinco dimensiones básicas junto con Neuroticismo, Actividad, Sociabilidad y Hostilidad.

Este modelo también es una teoría factorial biológica, ya que considera que los rasgos de la personalidad debieran poseer una base en términos biológico-evolutivos.

Su modelo ha derivado de una teoría del arousal cortical (Zuckerman, 1979) a otra de arousal catecolaminérgico (Zuckerman, 1994) y propone tres subescalas que implican impulsividad:

- A. Búsqueda de experiencias: referida a la orientación hacia nuevas vivencias a través de experiencias como los viajes, el arte, el uso de la mente, los sentidos, la comida, los hábitos de vida y de relaciones con personas “poco usuales”.
- B. Desinhibición: principalmente en relación a los hábitos sexuales y sociales.
- C. Susceptibilidad al aburrimiento: asociado con la baja tolerancia a la rutina, monotonía o cotidianidad social sin cambios.

Además, señala una cuarta forma no impulsiva de buscar sensaciones:

- D. Búsqueda de emociones y aventuras: a través de la participación en actividades que impliquen riesgo o adrenalina.

Según Squillace et al. (2011) podría asumirse un sistema de aproximación asociado a la dopamina, un sistema de inhibición a la serotonina y un sistema de activación a la norepinefrina.

Así, buscar sensaciones o evitarlas podrían ser los dos extremos de un continuo de personalidad que manifiestan dos estrategias distintas para adaptarse a entornos cambiantes y novedosos que presentan tanto recompensas como riesgos para las personas.

No obstante, la persona buscadora de sensaciones se ha asociado con riesgo físico y legal al conducir a velocidad excesiva (Zuckerman y Neeb, 1980), temerariamente o bajo el efecto de sustancias prohibidas (Donovan et al., 1985).

1.6.6. Teoría de la impulsividad de Barratt

Barratt concibe la impulsividad como un rasgo de la personalidad con diferentes componentes. Extensas investigaciones desarrollaron la versión actual del instrumento, *Barratt Impulsive Scale*; BIS-11 (Patton, Stanford y Barratt, 1995) el cual, es uno de los más utilizados para evaluar la impulsividad (Stanford et al., 2009).

Inicialmente identificaron tres factores principales:

- A. Impulsividad Cognitiva: Implica tomar decisiones rápidas.
- B. Impulsividad Motora: Conlleva actuaciones sin pensar.
- C. Impulsividad No Planificada: falta de previsión hacia el futuro y sus consecuencias.

En esta versión (BIS-11) los autores sustituyeron la Impulsividad Cognitiva inicial por la Impulsividad Atencional, que se define como la incapacidad para mantener el foco de atención o la concentración.

Así, el BIS-11 estaría formado por 30 ítems autoadministrados, diseñados para evaluar impulsividad general, teniendo en cuenta la naturaleza multifactorial del constructo (Barratt, 1994).

En suma, los modelos presentados evidencian que la impulsividad es un constructo psicológico muy importante que aparece en la mayor parte de los modelos explicativos de la personalidad (Whiteside y Lynam, 2001). Asimismo, no existe una dimensión única sino más bien diversas formas de comportamiento impulsivo (Evensen, 1999).

1.7. Referencias

- Barratt, E. S. (1994). Impulsiveness and aggression. In *Violence and Mental Disorder: Developments in Risk Assessments* (ed. J. Monahan and H.J. Steadman), pp. 61-79. I. L. Chicago: University of Chicago Press.
- Becerra, J. (2010). Actividad de los sistemas de aproximación e inhibición conductual y psicopatología. *Annuary of Clinical and Health Psychology*, 6, 61-65.
- Brook, U., y Boaz, M. (2005). Impulsivity among adolescents with ADHD and bronchial asthma. *The Indian Journal of Pediatrics*, 72, 939-942.
- Buela-Casal, G., Carretero-Dios, H., y Santos-Roig, M. (2001). Consistencia longitudinal de la reflexividad-impulsividad evaluada por el Matching Familiar Figures Test-20 (MFFT 20). *Clínica y Salud*, 12, 51-70.
- Buelow, M. T., y Suhr, J. A. (2009). Construct validity of the Iowa Gambling Task. *Neuropsychology Review*, 19, 102-114.
- Caswell, A. J., Bond, R., Duka, T., y Morgan, M. J. (2015). Further evidence of the heterogeneous nature of impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 26, 68-74.
- Cloninger, C. R. (1987). A systematic method for clinical description and classification of personality variants. *Arch. Gen. Psychiatry*, 44, 573-588.
- Cloninger, C. R., Pryzbeck, T. R., Svrakic, D. M., y Wetzell, R. D. (1994). *The Temperament and Character Inventory (TCI): A guide to its development and use*. St Louis: Center for Psychobiology of Personality, Washington University.
- Dickman, S. J. (1985). Impulsivity and perception: Individual differences in the processing of the local and global dimensions of stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 133-149.
- Dickman, S. J. (1990). Functional and dysfunctional impulsivity: Personality and cognitive correlates. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 95-102.
- Dickman, S. J. y Meyer, D. E. (1988). Impulsivity and speed-accuracy tradeoffs in information processing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 274-290.
- Dolcet, J. (2006). *Carácter y temperamento: similitudes y diferencias entre los modelos de personalidad de 7 y 5 factores*. Tesis para optar al grado de doctor Universitat de Lleida, Departamento de Pedagogía y Psicología; área de Personalidad, Evaluación y tratamiento Psicológico.
- Donovan, D. M., Queisser, H. R., Salzberg, P. M., y Umlauf, R. L. (1985). Intoxicated and bad drivers: Subgroups within the same population of high-risk men drivers. *Journal of Studies on Alcohol*, 46, 375-382.
- Dougherty, D. M., Bjork, J. M., Harper, R. A., Marsh, D. M., Moeller, F. G., Mathias, C. W., y Swann, A. C. (2003). Behavioral impulsivity paradigms: A comparison in hospitalized adolescents with disruptive behavior disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 1145-1157.
- Evenden, J. L. (1999). Varieties of impulsivity. *Psychopharmacology*, 146, 348-361.
- Eysenck H. J., y Eysenck, M.W. (1985). *Personality and individual differences: a natural science approach*. New York: Plenum Press.
- Eysenck, S. B. G., y Eysenck, H. J. (1977). The place of impulsiveness in a dimensional system of personality description. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 16, 57-68.

- Felds, S. A., Sabet, M., y Reynolds, B. (2013). Dimensions of impulsive behavior in obese, overweight, and healthy-weight adolescents. *Appetite*, 70, 60-66.
- Fineberg, N. A., Chamberlain, S. R., Goudriaan, A. E., Stein, D. J., Vanderschuren, L. J. M. J., Gillan, C. M., y Potenza, M. N. (2014). New developments in human neurocognition: clinical, genetic, and brain imaging correlates of impulsivity and compulsivity. *CNS Spectrums*, 19, 69-89.
- Ghahremani, D. G., Oh, E. Y., Dean, A. C., Mouzakis, K., Wilson, K. D., y London, E. D. (2013). Effects of the youth empowerment seminar on impulsive behavior in adolescents. *Journal of Adolescent Health*, 53, 139-141.
- Goncalves, D., y Cloninger, R. (2010). Validation and normative studies of the Brazilian Portuguese and American versions of the Temperament and Character Inventory-Revised (TCI-R). *Journal of Affective Disorders*, 124, 126-133.
- Gray, J. (1970). The psychophysiological basis of introversion-extraversion. *Behaviour Research and Therapy*, 8, 249-266.
- Gray, J. (1987). *The psychology of fear and stress*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gullo, M. J., Loxton, N.J., y Dawe, S. (2014). Impulsivity: Four ways five factors are not basic to addiction. *Addictive Behaviour*, 39, 1547-1556.
- Haro, G., Cervera, G., Pérez, B., Rodríguez, E., Castellano, M., y Valderrama, J. (2004). Revisión histórica de la impulsividad desde una perspectiva artística, filosófica y psicopatológica. *Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente*, 27, 28-33.
- Janssen, T., Larsen, H., Peeters, M., Boendermaker, W. J., Vollebergh, W. A., y Wiers, R. W. (2015). Do online assessed self-report and behavioral measures of impulsivity-related constructs predict onset of substance use in adolescents? *Addictive Behaviors Reports*, 1, 12-18.
- Khodarahimi, S. (2013). Impulsivity, aggression, and psychopathic deviation in a sample of Iranian adolescents and young adults: Gender differences and predictors. *Journal of Forensic Psychology Practice*, 13, 373-388.
- Leshem, R., y Glicksohn, J. (2007). The construct of impulsivity revisited. *Personality and Individual Differences*, 43, 681-691.
- Lynam, T., W. De Jong, D. Sheil, T. Kusumanto., y Evans. K. (2007). A review of tools for incorporating community knowledge, preferences, and values into decision making in natural resources management. *Ecology and Society*, 12, 5.
- Oas, P. (1984). Validity of a Draw-A-Person and Bender Gestalt tests as measures of impulsivity with adolescents. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 52, 1011-1019.
- Patton, J. H., Stanford, M. S., y Barratt, E. S. (1995). Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. *Journal of Clinical Psychology*, 51, 768-774.
- Perales, J. C., Verdejo-García, A., Moya, M., Lozano, O., y Pérez-García, M. (2009). Bright and dark sides of impulsivity: Performance of women with high and low trait impulsivity on neuropsychological tasks. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 31, 927-944.
- Pinal, B., y Pérez, A. (2003). Impulsividad: revisión histórica y conceptual. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 31, 220-230.
- Plutchik, R., y Van Praag, H. M. (1995). *The nature of impulsivity definitions, ontology, genetics and relations to aggression*. New York: Wiley.

- Reynolds, B., Penfold, R. B., y Patak, M. (2008). Dimensions of impulsive behavior in adolescents: laboratory behavioral assessments. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 16, 124-131.
- Squillace, M. (2011). El concepto de impulsividad y su ubicación en las teorías psicobiológicas de la personalidad. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 3, 8-18.
- Stanford, M., Mathias, C., Dougherty, D., Lake, S., Anderson, N. y Patton, J. (2009). Fifty years of the Barratt Impulsiveness Scale: An update and review. *Personality and Individual Differences*, 47, 385-395.
- Whiteside, S. P., y Lynam, D. R. (2001). The Five Factor Model and impulsivity: Using a structural model of personality to understand impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 30, 669-689.
- Zuckerman, M. (1979). *Sensation Seeking: Beyond the Optimal Level of Arousal*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Zuckerman, M., y Neeb, M. (1980). Demographic influences in sensation seeking and expressions of sensations seeking in religion, smoking and driving habits. *Personality and Individual Differences*, 1, 197-206.
- Zukerman, M. (1983). A biological theory of sensation seeking. In *Biological bases of sensation seeking, impulsivity, and anxiety*. (ed. M. Zukerman), pp. 37-76. Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Zuckerman, M (1984). *Sensation Seeking: A comparative approach to a human trait*. *Behavioral and Brain Sciences*, 7, 413-471.
- Zuckerman, M (1994). *Biological expressions and biosocial bases of sensation seeking*. Cambridge university. Press, Nueva York.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

MIRZA-SCHAFFY: *“En todo rostro humano está escrita una vida con toda claridad, sus odios, sus amores, su ser más oculto salen aquí a la luz, mas no todos lo saben leer, ni lo comprenden todos”*. Citado en Fritz Lange, El lenguaje del rostro, 1965.

Es evidente que los niveles de impulsividad influyen en la toma de decisiones. Por ello, resulta conveniente ampliar el conocimiento sobre este constructo tan presente en la sociedad, ya sea a través de posiciones teóricas existentes o explorando nuevos campos del conocimiento.

Una parte tan importante como la estructura craneofacial, ha pasado inadvertida en la investigación positivista actual, limitándose a observaciones subjetivas sobre su forma y con escaso rigor científico. No obstante, aunque parecía existir una evidencia emergente entre morfología y comportamiento (Gordon et al., 2008) la realidad actual es que existen pocos estudios que asocien la estructura corporal o la craneofacial con aspectos de personalidad.

En este sentido, observamos ejemplos sobre las morfologías corporales Pícnica, Atlética o Leptosomática (Kretschmer, 1925) que sirvieron de base para el desarrollo del somatotipo de Heth-Carter (Carter, 2002), usado actualmente como método de evaluación antropométrica en el deporte de alto rendimiento. Asimismo, otros estudios han relacionado este somatotipo con patologías psiquiátricas (Bulbena et al., 1996; Pailhez et al., 2009; 2014).

En esta línea, existen muy pocos estudios que de manera objetiva hayan investigado la relación entre la forma craneofacial y aspectos de la personalidad. No obstante, pueden encontrarse numerosas investigaciones donde los participantes asocian características de personalidad a través de la percepción, aunque todo ello bajo apreciaciones subjetivas (Kleisner, Chvátalová y Flegr, 2014; Valentine et al., 2014; Lefevre et al., 2013; Stirrat, Stulp y Pollet, 2012).

Antonio Damasio (2010) dice que *“hemos tenido que esperar hasta nuestros días, para que la ciencia empiece a investigar al ser humano como un todo”* al exponer *“que cerebro y cuerpo esta indisociablemente integrados mediante circuitos bioquímicos y neurales que se conectan mutuamente”* apuntando que *“cuerpo, cerebro y mente son manifestaciones de un único organismo.”* Esta visión de uno de los autores más influyentes sobre el conocimiento humano, parece que invita a investigar con rigor científico las relaciones entre cerebro, rostro y conducta.

A continuación, se expondrá un repaso sobre las observaciones que relacionan la estructura craneofacial y la impulsividad, así como unas breves referencias sobre el desarrollo del cerebro y el cráneo.

2.1. Observaciones sobre la inclinación de la frente e impulsividad

El psiquiatra francés L. Corman (1901-1995) estudió a través de una metodología observacional las formas del rostro y su asociación con aspectos de la personalidad. Para ello se basó en las observaciones clínicas de la escuela biotipológica francesa, que defendían que la estructura de un ser vivo puede modificarse en función del medio en el que interactúe.

L. Corman expone que *“no podemos imaginarnos un cerebro separado de sus conexiones neurales sin recibir las impresiones de los nervios de todas las partes del cuerpo y sin ser irrigado por la sangre para cuya renovación participan todos los órganos”* (Corman, 1985).

Este autor afirmó que las personas con la frente más inclinada hacia atrás se comportaban de una manera más impulsiva, atribuyéndoles las siguientes conductas que se enumeran a continuación:

- 1) Se asociaba a pensamientos más espontáneos. En este sentido, Mathias et. al (2008) en uno de sus tres tipos de impulsividad habla de acciones espontáneas que no son planeadas. Asimismo, la impulsividad motora (Patton et al., 1995) también ha sido denominada como espontaneidad (Parker et al., 1993).
- 2) Mayor rapidez de pensamiento, “rápidos”. Esta atribución es comparable al modelo de procesamiento rápido de la información (Barratt, 1994).
- 3) El control de sí mismo estaba algo debilitado. Este aspecto hace referencia a observaciones sobre el fallo en la inhibición de conducta (Dougherty et al., 2003) o a una falta de control (Brook y Boaz, 2005).

- 4) Les faltaba algo de paciencia y no reflexionan demasiado antes de actuar. Este “actuar sin pensar” se enmarca en el tipo de impulsividad motora (Patton et al., 1995) también denominada "urgencia" (Lynam et al., 2007) o "espontaneidad" (Gerbing et al., 1987; Parker et al., 1993). Un fracaso para planificar eventos futuros, es decir, "no planificación" (Buss y Plomin, 1975; Eysenck y Eysenck, 1977; Patton et al., 1995) o "falta de premeditación" (Lynam et al., 2007) o una incapacidad para concentrarse en la tarea a realizar, es decir, "impulsividad atencional" (Patton et al., 1995) o también “falta de perseverancia/persistencia” (Buss y Plomin, 1975; Gerbing et al., 1987; Lynam et al., 2007).
- 5) Son amantes de la aventura. Descrita como búsqueda de aventuras, (Zuckerman et al., 1978) a la vez que toman decisiones rápidas sin tener en cuenta las consecuencias negativas.

Así, como se expone anteriormente, poco o nada se ha investigado en la actualidad sobre la impulsividad y su relación con la estructura craneofacial y ya que existen diferencias antropométricas en la inclinación de la frente vista de perfil, resulta plausible investigar las observaciones realizadas por el Dr. L. Corman.

Además, este constructo es de gran interés científico, ya que está presente en una gran número de trastornos psiquiátricos, por ello no es de extrañar que existan numerosas investigaciones de la que han surgido distintas teorías y conceptualizaciones.

Sobre la asociación entre la impulsividad y las regiones cerebrales implicadas, existe multitud de literatura al respecto. La investigación apuntan que las áreas prefrontales ejercen un control inhibitorio del impulso procedente del núcleo estriado y que numerosas áreas parecen estar implicadas (Fineberg et al., 2014). Por otro lado, existe

la hipótesis que los sujetos sanos con alta impulsividad en comparación con aquellos con baja impulsividad, tendrían volúmenes más pequeños en las regiones moduladoras de la impulsividad como la corteza prefrontal ventromedial, incluyendo la corteza orbitofrontal, el cíngulo anterior y la corteza prefrontal medial (Matsuo et al., 2009).

En este sentido, se podría pensar, que si se tiene en cuenta que el crecimiento del encéfalo puede estar condicionado por el cráneo que le da soporte y protección, una estructura más inclinada hacia atrás de la zona frontal de la bóveda craneal, podría relacionarse con variaciones significativas en el tejido cerebral subyacente y su vez con las funciones de inhibición conductual de estas regiones.

2.2. Estudios sobre el crecimiento del cerebro y la estructura craneofacial

Parece que existe un íntimo feedback entre rostro y cerebro (Le Doux 1999). DeMyer (1975) comentó que *“el subyacente cerebro y el recubriente rostro están complicadamente entrelazados”* y que malformaciones de la cara podían predecir malformaciones cerebrales. Concretamente, Jones (2007) muestra en una extensa obra como ciertas características craneofaciales se relacionan con enfermedades psiquiátricas.

A nivel embrionario Kjaer (1995) afirma que el rostro, la estructura craneofacial y el sistema nervioso central y periférico tienen un desarrollo interconectado y Donovan-Lepore, et al. (2006) describen que el rostro y el cerebro derivan ambos de la misma capa del notocordio, el ectodermo y que el desarrollo de estas estructuras es próximo en el tiempo.

En la misma línea, Diewert y Lozanoff (1993) concluyen que *“el rostro está esencialmente aguantado por el cerebro creciente, que sufre amplios cambios en el desarrollo de su morfología”* y Sperber (1992) afirma que la estructura craneofacial y el cerebro en su desarrollo están inexorablemente entrelazados y apunta que *“lo que está establecido inicialmente para formar el rostro de alguien dicta todo el futuro de este alguien, porque el rostro de uno es realmente su destino”* (Sperber, 1992, p.110). Ello lo sustenta sobre la importancia del desarrollo embriológico durante las primeras semanas de vida.

Posteriormente, Sisodiya et al. (2008) expone que *“recientes avances en la comprensión del cerebro humano a través de entidades íntimamente vinculadas, como el rostro (...) pueden facilitar información directa acerca del cerebro”*.

Otros autores sugieren una morfogénesis del cerebro-cráneo mediante la integración coordinada de vías de señalización muy complejas (Richtsmeier y Flaherty 2013). Y una reciente revisión sobre embriología de la base del cráneo concluye que ésta sufre secuencias de etapas muy elaboradas en su desarrollo y representa un papel clave en el cráneo, la cara y el desarrollo del cerebro (Di Ieva et al., 2014).

En cuanto a la expresión genética de rostro-cerebro, Brystron, Blakemore y Rakic (2008) observaron que cerebro y rostro comparten redes reguladoras de genes subyacentes que dirigen el desarrollo de estos órganos relacionados.

Damasio (2011) comenta que “*cerebro y cuerpo están indisociablemente integrados mediante circuitos bioquímicos y neurales que se conectan mutuamente*”, por lo que se podría sugerir incluir en la estructura craneofacial sus nervios craneales. En este sentido, el cerebro puede actuar a través de los nervios, sobre todas las partes del cuerpo (Damasio, 2011) lo que soportaría la interconexión de cerebro-rostro en su crecimiento (DeMyer, 1975; Kjaer, 1995) sin olvidar la interacción con el ambiente o que “*cuerpo-cerebro y mente son manifestaciones de un único organismo*” (Damasio, 2010).

Por otro lado, a medida que el cerebro y la cara emergen del entramado embriológico, la dismorfogénesis cerebral se acompaña de dismorfogénesis facial (Hennessy et al., 2010). Estos autores hallaron que en pacientes bipolares masculinos como los femeninos evidenciaron dismorfología facial significativa: ensanchamiento facial general, el aumento de la anchura de la nariz, el estrechamiento de la boca y el desplazamiento hacia arriba de la barbilla.

Otros estudios antropométricos también han encontrado dismorfología facial en pacientes diagnosticados de esquizofrenia (Donovan-Lepore et al., 2006; Hennessy et al., 2004).

Parece ser que el cráneo se agranda debido a la presión que ejerce el cerebro en crecimiento (Moss, 1989) por lo que el crecimiento del cerebro condiciona el crecimiento de la bóveda craneal, cuya función primaria es la protección del mismo. Ello postula que el crecimiento de la cara se produce como respuesta a necesidades funcionales mediadas por los tejidos blandos que recubren los maxilares.

En suma, por todo lo expuesto en el apartado 2, esta investigación pretende abrir nuevas líneas de trabajo sobre la estructura craneofacial, la impulsividad y su relación con el tejido cerebral subyacente. Todo ello, puede resultar complementario a los métodos de evaluación actuales y ayudar en la comprensión de una conducta tan presente e importante como la impulsiva.

2.3. Referencias

- Barratt, E. S. (1994). Impulsiveness and aggression. In *Violence and Mental Disorder: Developments in Risk Assessments* (ed J. Monahan and H.J. Steadman), pp. 61-79. I. L. Chicago: University of Chicago Press.
- Barratt, E. S., Stanford, M. S., Kent, T. A., y Felthous, A. (1997). Neuropsychological and cognitive psychophysiological substrates of impulsive aggression. *Biological Psychiatry*, 4, 1045-1061.
- Barratt, E. S., Stanford, M. S., Dowdy, L., Liebman, M. J., y Kent, T.A. (1999). Impulsive and premeditated aggression: a factor analysis of self-reported acts. *Psychiatry Research*, 86, 163-173.
- Bechara, A. (2005). Decision making, impulse control and loss of will power to resist drugs a neurocognitive perspective. *Nature Neuroscience* 8, 1458–1463.
- Benjamini, Y., y Hochberg, Y. (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *J Royal STAT SOCB (Methodological)*, 7, 289-300.
- Bjork, J. M., Momenan, R., y Hommer, D. W. (2009). Delay Discounting Correlates with Proportional Lateral Frontal Cortex Volumes. *Biol. Psychiatry*, 65, 710-713.
- Bulbena, A., Martín-Santos, R., Porta, M., Duró, J. C., Gago, J., Sangorrín, J., y Gratacós, M. (1996). Somatotype in panic patients. *Anxiety*, 2, 80-85.
- Buss, A. H. y Plomin, R. (1975). *A temperament theory of personality development*. New York: Wiley.
- Bystron, I., Blakemore, C., y Rakic, P. (2008). Development of the human cerebral cortex: Boulder Committee revisited. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 110-122.
- Carter, J. E. L. (2002). *The Heath-Carter Anthropometric Somatotype*. San Diego: Department of Exercise and Nutritional Sciences. San Diego State University.
- Corman, L. (Eds.). (1970). *Nuevo manual de Morfopsicología*. Alcoy: Marfil.
- Corman, L. (1985). *Visages et Caractères*. París: PUF.
- Corman, L. (2013). *Rostros y Caracteres*. Malta: Guid.
- Damasio, A. (2010). *En busca de Spinoza*. (Crítica, Ed.). Barcelona.
- Damasio, A. (2011). *El error de Descartes* | Planeta de Libros. (Crítica, Ed.). Barcelona.
- DeMyer, W. (1975). Median facial malformations and their implication for brain malformation. *Birth Defects Research*, 11, 155-181.
- Diewert, V. M., y Lozanoff, S. (1993). A morphometric analysis of human embryonic craniofacial growth in the median plane during primary palate formation. *Journal of Craniofacial Genetics and Developmental Biology*, 13, 147-161.
- Di Ieva, A., Bruner, E., Haider, T., Rodella, L. F. Lee, J. M., Cusimano, M. D., y Tschabitscher, M. (2014). Skull base embryology: a multidisciplinary review. *Child's Nervous System : ChNS : Official Journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*, 30, 991-1000.
- Donovan-Lepore, A. M., Jaeger, J., Czobor, P., Abdelmessih, S. y Berns, S. M. (2006). Quantitative craniofacial anomalies in a racially mixed schizophrenia sample. *Biological Psychiatry*, 59, 349-353.

- Eysenck, S. B. G., y Eysenck, H. J. (1977). The place of impulsiveness in a dimensional system of personality description. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 16, 57-68.
- Farkas, L. G. (1994). *Anthropometry of the Head and Face*, (2nd ed). New York: Raven Press.
- Gerbing, D. W., Ahadi, S. A., y Patton, J. H. (1987). Towards a conceptualization of impulsivity: Components across the behavioural and self-report domains. *Multivariate Behavioural Research*, 22, 357-379.
- Hennessy, R. J., Baldwin, P. A., Browne, D. J., Kinsella, A., y Waddington, J. L. (2010). Frontonasal dysmorphology in bipolar disorder by 3D laser surface imaging and geometric morphometrics: Comparisons with schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 122, 63-71.
- Jones, K. L. (2007). *Patrones reconocibles de malformaciones humanas*. Madrid: Elsevier Saunders.
- Kjaer, I. (1995). Human prenatal craniofacial development related to brain development under normal and pathologic conditions. *Acta Odontol Scand.*, 53, 135-143.
- Kleisner, K., Chvátalová, V., y Flegr, J. (2014) Perceived Intelligence Is Associated with Measured Intelligence in Men but Not Women. *PLoS ONE* 9, e81237.
- Kretschmer, E. (1925). *Physique and character*. New York: Harcourt.
- LeDoux, J. (2009). *El cerebro emocional*. Barcelona. Ariel-Planeta.
- Lefevre, C. E., Lewis, G. J., Perrett, D. I., y Penke, L. (2013). Telling facial metrics: facial width is associated with testosterone levels in men. *Evolution and Human Behavior*, 34, 273-279.
- Lefevre, C. E., Wilson, V. A. D., Morton, F. B., Brosnan, S. F., Paukner, A., y Bates, T. C. (2014). Facial width-to-height ratio relates to alpha status and assertive personality in capuchin monkeys. *PLOS ONE*. 2014, 9, e93369.
- Mathias, C. W., Marsh-Richard, D. M., Dougherty, D. M., 2008. Behavioral measures of impulsivity and the law. *Behav. Sci. Law.*, 26, 691-707.
- Matsuo, K., Nicoletti, M., Nemoto, K., Hatch, J. P., Peluso, M. A., Nery, F. G., Soares, J. C. (2009). A voxel-based morphometry study of frontal gray matter correlates of impulsivity. *Human Brain Mapping*, 30, 1188-1195.
- Moss, M. L. (1989). The primary Role of Functional Matrices in Facial Growth. *Am. J. Orthod.*, 55, 566-577.
- Pailhez, G., Rodriguez, A., Ariza, J., Palomo, A., y Bulbena, A. (2009). Somatotipo y esquizofrenia. un estudio de caso-control. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 37, 258-66.
- Pailhez, G., Rosado, S., Baeza-Velasco, C., y Bulbena, A. (2014). Ectomorphic somatotype and joint hypermobility are linked in panic and agoraphobic patients: A case-control study. *International journal of psychiatry in clinical practice*, 18, 112-117.
- Parker, J., Bagby, R., y Webster, C. (1993). Domains of the impulsivity construct - A factor-analytic investigation. *Personality and Individual Differences*, 15, 267-274.
- Patton, J. H., Stanford, M. S., y Barratt, E.S. (1995). Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. *J. Clin. Psychol.*, 51, 768-774.
- Pujol, J., Soriano-Mas, C., Gispert, J.D., Bossa, M., Reig, S., Ortiz, H., ... Olmos, S. (2011). Variations in the shape of the frontobasal brain region in obsessive-compulsive disorder. *Human Brain Mapping*, 32, 1100-8.

- Richtsmeier, J. T., y Flaherty, K. (2013). Hand in glove: brain and skull in development and dysmorphogenesis. *Acta Neuropathologica*, 125, 469-89.
- Sisodiya, S. (2008). Brain structure, function, and genetics revealed by studies of the eye and face. *Current Opinion in Neurology*, 21.
- Stirrat, M., Stulp, G., y Pollet, T. V. (2012). Male facial width is associated with death by contact violence: narrow-faced males are more likely to die from contact violence. *Evolution and Human Behavior*, 33, 551-556.
- Valentine, K. A., Li, N. P., Penke, L., y Perret, D. I. (2014). Judging a man by the width of his face: the role of facial ratios and dominance in mate choice at speed-dating events. *Psychol. Sci.*, 25, 806-11.
- Whiteside, S. P., y Lynam, D. R. (2001). The five factor model and impulsivity: Using a structural model of personality to understand impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 30, 669-89.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. Objetivo 1. Investigar la asociación entre la impulsividad y los grados de inclinación de la frente hacia atrás (GIF).

Hipótesis 1. La impulsividad y el GIF presentarán una asociación lineal positiva.

3.2. Objetivo 2. Investigar la asociación entre la impulsividad y el volumen de la materia gris (VMG) de toda la corteza cerebral

Hipótesis 2. La impulsividad y el VMG de regiones de los lóbulos frontal y temporal presentarán una asociación lineal negativa.

3.3. Objetivo 3. Investigar la asociación entre GIF y VMG de toda la corteza cerebral

Hipótesis 3. El GIF y el VMG de regiones de los lóbulos frontal y temporal presentarán una asociación lineal negativa.

Hipótesis 4. ¿Presentarán el GIF y el VMG una asociación lineal negativa en regiones fronto-temporales y a su vez se observarán mayores puntuaciones en BIS-11?

4. INVESTIGACIÓN

4.1. Métodos

4.1.1. Medida antropométrica

Se tomaron fotografías del perfil con una cámara digital réflex, marca Canon modelo EOS 1100 D EF-S 18-55, adaptada a un trípode de altura regulable. Para evitar cualquier distorsión óptica, los participantes permanecieron sentados en una silla fijada por el investigador

Todos los sujetos fueron entrenados para inclinar la cabeza hacia arriba y hacia abajo, hasta que adoptaran la posición natural de la cabeza, cuya posición se define como innata, fisiológica y reproducible, obtenida cuando la persona se encuentra en posición relajada, sentada o de pie, mirando hacia el horizonte o a un punto de referencia externo a la misma altura de los ojos (Moorrees, 1991).

Esta posición se considera una posición normalizada y estable de la cabeza (Moorrees, 1994) ya que representa la postura de la vida real de los seres humanos (Lundstrom et al., 1995).

Por lo tanto, el borde de la fotografía se consideró como la vertical verdadera para tomar como referencia en la medida de los grados inclinación de la frente.

Posteriormente las fotografías se imprimieron en blanco y negro en formato DIN-A4, en posición vertical y los grados del ángulo de inclinación de la frente se midieron con un transportador de ángulos semicircular marca Staedtler 568 de 10 cm de regla.

De la metodología creada por Farkas (1994) se tomaron dos puntos antropométricos de referencia: trichión que se define como el punto en la línea media de la frente, que se ubica en el nacimiento del pelo y glabella, definido como el punto de la línea media más prominente entre las dos cejas.

El vértice del ángulo se fijó en el punto glabella, desde donde se construyeron 2 líneas. La línea 1 se lanzó en vertical, paralela al borde de la fotografía y quedó constituida como 0° . La línea 2 se lanzó desde glabella hasta el punto trichión.

El GIF se midió como el ángulo en grados formado entre la línea que va desde glabella a trichión (ver Figura 4).

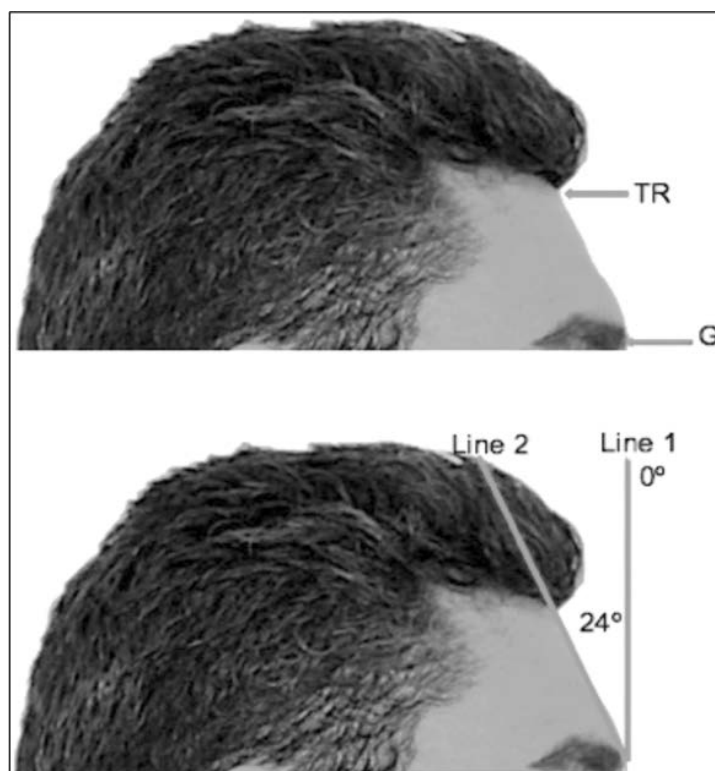


Figura 4. Medida de inclinación. TR: Trichión, G: Glabella.

4.1.2. Adquisición de imágenes por resonancia magnética

Se utilizó un escáner Siemens de 1.5 T (GE BRIVO). Se tomaron imágenes de alta resolución 3D-FSPGR, potenciadas en T₁ para cada participante. Parámetros: TE= mínimo; TI= 300 ms; Flip Angle= 20°; 130 cortes axiales contiguos; matriz 256 x 256, 25 cm FoV; Slice Thickness = 1.2 mm; Receiver Bandwidth 15.63 Khz. Las imágenes fueron analizadas visualmente por una experta en radiología para descartar artefactos que influyan en el análisis. Posteriormente fueron tratadas con el programa de segmentación FreeSurfer (<https://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/>) para estimar el grosor y el volumen de la toda la corteza cerebral (ver Figura 5).

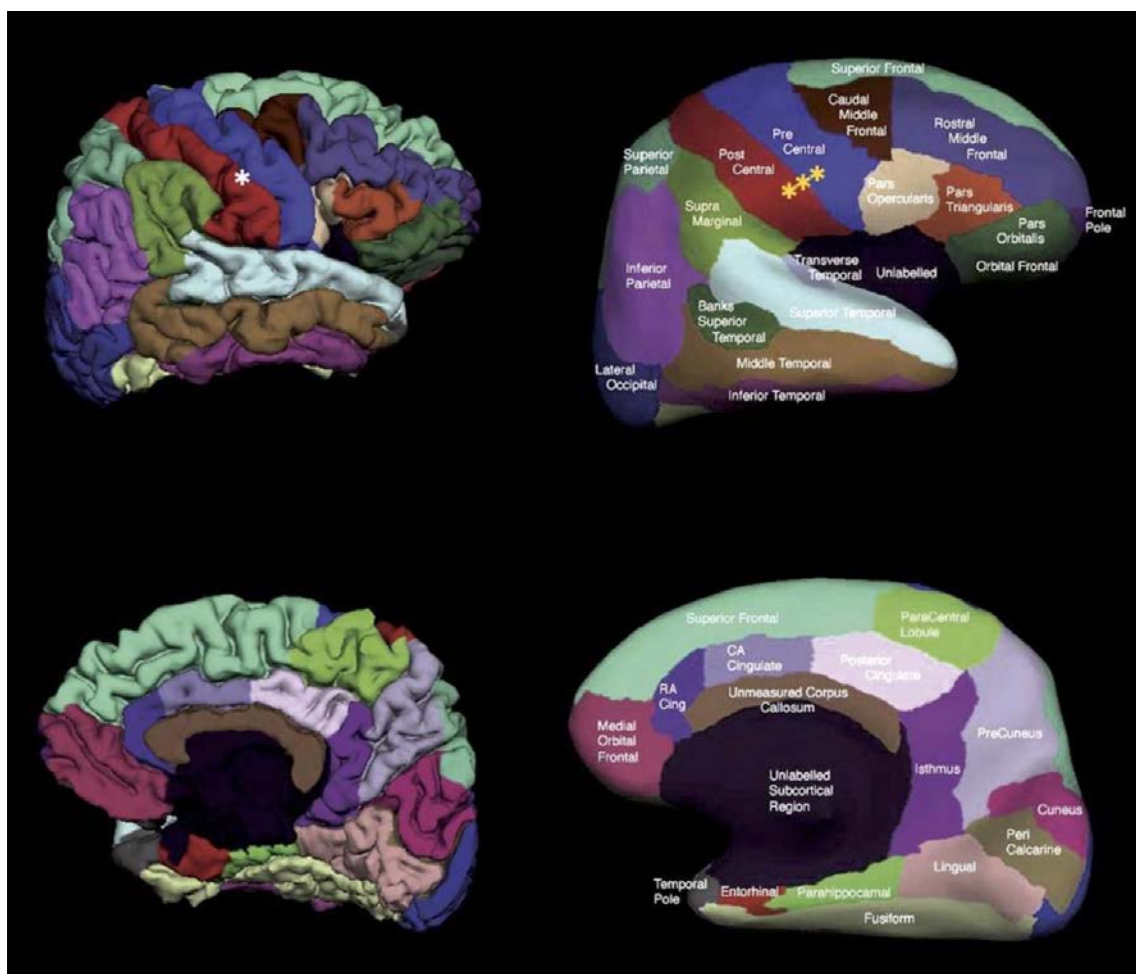


Figura 5. Mapa de las áreas corticales segmentadas con FreeSurfer (Desikan, 2006).

4.1.3. Parcelación automática FreeSurfer

En el análisis de imágenes y para la gestión de datos basado en FreeSurfer se ha usado la plataforma (*Cloud Platform Medimsight*) (<https://www.medimsight.com>).

FreeSurfer (<https://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/>) es un paquete de software libre desarrollado en *Martinos Center for Biomedical Imaging* que puede ser usado para medir varias propiedades morfométricas del cerebro incluyendo volúmenes regionales corticales y sub-corticales así como el grosor cortical (Fischl y Dale, 2000).

Comenzando con el volumen de imagen de resonancia magnética potenciada en T1 de buena calidad, el primer paso en el procesamiento de FreeSurfer es realizar una corrección de movimiento, transformación afín (12 grados de libertad) al espacio de imagen de Talairach, normalización de intensidad no uniforme para la corrección de la falta de homogeneidad de la intensidad y remoción de tejidos no cerebrales.

El volumen restante de la imagen cerebral se normaliza para que coincida con el histograma de intensidad de la imagen del atlas de FreeSurfer, que es seguido por una deformación no lineal de la imagen cerebral del atlas a la imagen cerebral del sujeto.

La imagen cerebral del atlas deformado en el espacio de la imagen del sujeto se utiliza en la segmentación tisular basada en el atlas, en el etiquetado de las estructuras subcorticales, el tronco encefálico, el cerebelo y la corteza cerebral.

El siguiente paso en FreeSurfer es generar una representación de superficie cortical topológicamente correcta por cada hemisferio.

La superficie cortical se encuentra en la interfaz de tejido de la sustancia blanca-sustancia gris o en la interfaz de tejido de sustancia gris-líquido cerebroespinal. Y la representación de la superficie cortical de cada hemisferio se asigna automáticamente a un sistema de coordenadas estándar.

Los componentes clave para la parcelación de la superficie incluyen su inflado con una distorsión mínima, para alinear puntos anatómicamente homólogos.

El mapeo al sistema de coordenadas esféricas estándar definido por el cerebro del atlas de FreeSurfer permite la parcelación anatómica automatizada de la corteza en regiones.

A continuación, la parcelación de superficie se amplía al volumen de la materia gris, lo que da lugar a la parcelación de la hoja de tejidos de materia gris y de los volúmenes corticales de las regiones. En Desikan et al. (2006) pueden verse todos detalles de la parcelación de FreeSurfer, incluyendo la fiabilidad, la validez y los límites anatómicos.

4.1.4. Autoinformes

A. Inventario de Temperamento y Carácter revisado de Cloninger (TCI-R)

Dispone de 240 ítems respuesta tipo Likert con 5 opciones (1: muy en desacuerdo; 2: moderadamente en desacuerdo; 3: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4: moderadamente de acuerdo; 5: muy de acuerdo). Evalúa siete dimensiones básicas de la personalidad y 29 subdimensiones que forman parte de su Teoría Biopsicosocial. En el estudio 1 se analizaron las dimensiones búsqueda de novedad y evitación del riesgo.

B. Escala de Impulsividad de Barratt (BIS-11)

Mide la impulsividad entendida como rasgo de personalidad. Consta de 30 ítems que se puntúan en una escala tipo Likert de 0 (raramente o nunca), 1 (ocasionalmente), 3 (a menudo) y 4 (siempre o casi siempre). La corrección se efectúa en los términos de a mayor puntuación mayor impulsividad.

C. Escala de Impulsividad Estado (EIE)

Escala clínica, validada en población española que permite medir la conducta impulsiva como estado. Se presentan 20 ítems, agrupados en 3 dimensiones: gratificación, automatismo y atencional. Con respuesta tipo Likert de 4 opciones que indican que a puntuaciones más altas mayor impulsividad. Se utilizó como medida la puntuación total.

D. Escala breve de comportamiento impulsivo (UPPS-P)

Adaptada a población española (Cándido et al., 2012). Mide cinco dimensiones de impulsividad: urgencia negativa y urgencia positiva, falta de premeditación, falta de perseverancia y búsqueda de sensaciones. Está formada por 20 ítems puntuados sobre una escala tipo Likert de 4 puntos. donde 1 significa completamente de acuerdo, 2 algo de acuerdo, 3 algo en desacuerdo y 4 completamente en desacuerdo. A mayor puntuación mayor impulsividad.

E. Escala de Búsqueda de Sensaciones (forma V) de Zuckerman

Consta de 40 ítems y proporciona una puntuación total y cuatro factores de 10 ítems cada uno: búsqueda de emociones, búsqueda de excitación, desinhibición y

susceptibilidad al aburrimiento. La elección es forzosa de una de las dos alternativas, verdadero o falso. Puntúan con un punto todas las respuestas verdaderas.

4.2. Publicaciones y resultados principales

4.2.1. Estudio 1. Objetivo 1. Hipótesis 1.

Título: La impulsividad y su asociación con la inclinación de la frente

Revista: International Journal of Morphology



IF (2015): 0.299-Q4 (JCR) - Q3 (SJR)

Int. J. Morphol.,
34(3):990-996, 2016.

La Impulsividad y su Asociación con la Inclinación de la Frente

Impulsivity and its Association with the Slant of the Forehead

David Guerrero^{*,**}; Cristina Gabarre-Armengol^{**}; José Blas Navarro^{***} & Julián Gabarre-Mir^{**}

GUERRERO, D.; GABARRE-ARMENGOL, C.; NAVARRO, J. B. & GABARRE-MIR, J. La impulsividad y su asociación con la inclinación de la frente. *Int. J. Morphol.*, 34(3):990-996, 2016.

RESUMEN: Avances en embriología, genética o neuroimagen, están ayudando a discernir posibles correlaciones entre estructuras del rostro, cerebro y personalidad. Una conducta que ha sido objeto de numerosas investigaciones es la impulsiva, de la que han surgido distintas conceptualizaciones con cierta controversia etiológica. En el presente trabajo estudiamos si el rostro refleja de manera objetiva el nivel de impulsividad. Para ello, se utilizó en población adulta (N=33), la dimensión Búsqueda de Novedad del Inventario de Temperamento y Carácter-Revisado de Cloninger, la Escala de Impulsividad de Barratt (BIS-11) y la Escala de Impulsividad Estado (EIE). En el rostro se midió el grado de inclinación de la frente hacia atrás, resultando una asociación positiva con las 3 puntuaciones psicométricas. Tres jueces evaluaron visualmente el nivel de inclinación de la frente. Se obtuvo un alto acuerdo entre ellos, así como una alta correlación con la medida objetiva de inclinación. Aunque la muestra es reducida, los datos ofrecen una aproximación al objetivo de estudio.

PALABRAS CLAVE: Impulsividad; Rostro; Forma; Craneofacial; Córtex prefrontal.

Resultados principales:

Hipótesis 1. Se encontró una alta asociación positiva entre GIF y las tres puntuaciones de impulsividad analizadas. Asimismo, se obtuvo una alta fiabilidad interjueces en la medida visual de inclinación de la frente.

4.2.2. Estudio 2. Objetivo 1. Hipótesis 1.

Título: The slant of the forehead as a craniofacial feature of impulsiveness

Revista: Revista Brasileira de Psiquiatria (in press)



IF (2016): 2.046-Q2 (JCR) - Q2 (SJR)

Revista Brasileira de Psiquiatria. 2018;00:000-000
Brazilian Journal of Psychiatry
Associação Brasileira de Psiquiatria
CC-BY-NC | doi:10.1590/1516-4446-2017-2339

ORIGINAL ARTICLE

The slant of the forehead as a craniofacial feature of impulsiveness

J. David Guerrero-Apolo,^{1,2} J. Blas Navarro-Pastor,³ Antonio Bulbena-Vilarrasa,^{1,4} Julián Gabarre-Mir²

¹Departament de Psiquiatria i Medicina Legal, Doctorat en Psiquiatria, Facultat de Medicina, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Barcelona, Spain. ²Institute of Craniofacial Psychology, Barcelona, Spain. ³Departament de Psicobiologia i de Metodologia de les Ciències de la Salut, Facultat de Psicologia, UAB, Barcelona, Spain. ⁴Unitat d'Ansietat, Institut de Neuropsiquiatria i Addiccions (INAD), Hospital del Mar, UAB, Barcelona, Spain.

Objective: Impulsiveness has been the subject of much research, but little is known about the possible relationship between craniofacial anatomy and impulsiveness. The present study was designed to investigate the relationship between one aspect of craniofacial structure (the angle of inclination of the forehead) and impulsiveness.

Method: Photographs in profile were obtained from 131 volunteers who had been fined for driving at high speed and were undergoing a court-mandated driving license point-recovery course. They completed the Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11), the Impulsive Behavior Scale (UPPS-P), and Zuckerman's Sensation Seeking Scale (V). The angle of the slant of the forehead was measured with a photographic support and a protractor.

Results: High positive concordance was found between forehead inclination and 14 out of the 15 impulsiveness factors studied.

Conclusions: The angle of inclination of the forehead was significantly associated with self-reported impulsiveness in this sample of traffic violators.

Keywords: Craniofacial anatomy; impulsiveness; forehead; BIS-11

Resultados principales:

Hipótesis 1. Se halló una alta correlación positiva entre GIF y 14 de las 15 puntuaciones de impulsividad analizadas.

4.2.3. Estudio 3. Objetivos 2 y 3. Hipótesis 2, 3 y 4.

Título: Association between self-reported impulsiveness and gray matter volume in healthy adults. An exploratory MRI study

Revista: Neuroscience Letters

IF (2016): 2.180-Q3 (JCR) – Q2 (SJR)

Neuroscience Letters 674 (2018) 112–116



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Neuroscience Letters

journal homepage: www.elsevier.com/locate/neulet



Research article

Association between self-reported impulsiveness and gray matter volume in healthy adults. An exploratory MRI study[☆]

J. David Guerrero-Apolo^{a,b,*}, J. Blas Navarro-Pastor^c, Antonio Bulbena-Vilarrasa^{a,d}, Julián Gabarre-Mir^b

^a Department of Psychiatry and Legal Medicine, PhD Programme in Psychiatry, School of Medicine, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Spain
^b Institute of Craniofacial Psychology, Barcelona, Spain
^c Department of Psychobiology and Methodology of the Behavioural Sciences, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Spain
^d Anxiety Unit, Institute of Neuropsychiatry and Addictions (INAD), Hospital del Mar, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Spain

ARTICLE INFO

Keywords:
BIS 11
Impulsiveness
Fronto-temporal areas
Forehead inclination
FreeSurfer

ABSTRACT

This exploratory study investigated the association between self-reported impulsiveness and cortical gray matter volume (GMV) of the entire cortex in healthy adults. As a secondary objective and based on preliminary findings concerning the positive association between self-reported impulsiveness and the slant of the forehead degrees (SFD), we analyzed associations between SFD, GMV and impulsiveness. We obtained 48 structural magnetic resonances. The participants also completed BIS 11 and profile pictures were obtained. SFD was measured by a photographic support and a protractor. The GMV of the whole cortex was obtained for each participant through FreeSurfer. Firstly, we found negative and positive correlations between fronto-temporal and occipital areas respectively and BIS. Second, we found negative correlations between SFD and GMV in right postcentral gyrus, right caudal middle frontal gyrus, right transverse temporal cortex and positive correlation in left entorhinal cortex. Third, we observed a positive correlation between SFD and BIS in all impulsiveness scores. In conclusion, variations in fronto-temporal and posterior cerebral areas are crucial for BIS in healthy adults. Furthermore, SFD was associated with BIS and correlated with GMV areas involved in self-reported impulsiveness.

Resultados principales:

Hipótesis 2. Se hallaron correlaciones tanto positivas como negativas entre BIS y el VMG en los cuatro lóbulos cerebrales.

Hipótesis 3. Un mayor GIF se asoció con tres regiones cerebrales. Se halló una disminución del VMG en el lóbulo frontal (giro medio caudal derecho) y en el temporal (corteza transversal temporal derecha). También se encontraron disminuciones de VMG

en una región parietal (giro post-central derecho) y un aumento en una región temporal (corteza entorrinal izquierda).

Hipótesis 4. Sobre la pregunta que nos formulamos, en el factor de impulsividad no planeada, se confirma una asociación positiva con GIF a la vez que disminuciones de VMG en la región de la corteza transversal derecha (lóbulo temporal). Asimismo, no se ha podido confirmar ninguna relación conjunta entre GIF, BIS y el lóbulo frontal.

5. CONCLUSIONES GENERALES

5.1. Objetivo 1. Hipótesis 1

Según los datos presentados, se puede sugerir que el ángulo de inclinación de la frente puede resultar un fenotipo conductual relacionado con la impulsividad autoinformada en adultos sanos. Se puede confirmar que la variabilidad en la inclinación de la frente se asocia con la impulsividad, al menos evaluada con autoinformes.

Asimismo, para obtener un máximo de representación teórica de la impulsividad, en el conjunto de los tres estudios presentados se utilizaron cinco herramientas con un total de 17 puntuaciones, de las cuales, únicamente una no correlacionó con GIF (*experience seeking*, estudio 2). Todo ello sugiere que en la inclinación de la frente pueden objetivarse diferentes factores de impulsividad autoinformada y que GIF representa una medida objetiva de evaluación en la estructura craneofacial.

Por otro lado, hay que señalar la alta correlación hallada entre la medida antropométrica GIF y la evaluación visual interjueces. De aquí se deduce que con un adecuado entrenamiento, una medida visual más sencilla podría sustituir a una medida antropométrica algo más compleja. Ello podría extenderse al estudio de otras formas craneofaciales y su posible relación con la impulsividad u otros aspectos de la personalidad.

5.2. Objetivo 2. Hipótesis 2

Los hallazgos son consistentes con la creciente evidencia de la importancia sobre las variaciones del VMG de áreas fronto-temporales en la impulsividad autoinformada en adultos sanos.

Por otro lado, se pone de manifiesto que numerosas áreas parecen estar implicadas en la impulsividad, observación que va en consonancia con la literatura y con la definición multifactorial de la impulsividad que se asume en la actualidad.

No obstante, de los estudios con población clínica analizados, se deduce una mayor consistencia de cambios estructurales, sobre todo en regiones frontales. Por ello, aunque en nuestra investigación se esperaban más correlaciones entre los factores analizados de impulsividad y este lóbulo, lo hallado responde a nuestro tipo de población analizada, ya que se han observado tanto aumentos como disminuciones de VMG en toda la corteza, lo que responde a una mayor variabilidad.

5.3. Objetivo 3. Hipótesis 3 y 4

Se sugiere que mayor GIF se asocia a disminuciones de VMG en regiones fronto-temporales, concretamente en los giros caudal medio frontal derecho y post central derecho, así como, en la corteza transversal temporal derecha. También mayor GIF se ha asociado a un incremento en la corteza entorrinal izquierda. No obstante, aunque se esperaban hallar disminuciones en un mayor número de regiones frontales, GIF no ha correlacionado con áreas posteriores del encéfalo, ello sugiere que GIF puede relacionarse con el VMG perteneciente al tejido cerebral de áreas anteriores del encéfalo.

Por otro lado, en su conjunto, hemos observado que a mayor GIF mayor puntuación en impulsividad no planeada y a su vez una disminución en regiones parieto-temporales (giro post-central derecho y corteza temporal transversal derecha). Ello sugiere que la inclinación de la frente se puede relacionar con disminuciones del tejido cerebral asociado con la impulsividad no planeada.

5.4. Discusión

Es evidente la dificultad que presenta una discusión conjunta de nuestros resultados y las conclusiones presentadas. Se debe resaltar, que no se han hallados publicaciones científicas sobre la relación entre la impulsividad y la inclinación de la frente ni entre el volumen cortical y la inclinación de la frente.

Este hecho ha dificultado la elaboración de un marco teórico, pero ha impulsado parte de esta investigación. No obstante, los resultados en su conjunto abren una novedosa línea de investigación que ayudarán a las herramientas existentes en la comprensión de aspectos de la personalidad relacionados con la conducta impulsiva.

La comprensión de la mente humana avanza en función de una visión cuantitativa, aunque en ocasiones lo humano se sustenta bajo una actividad dinámica enmarcada en teorías que permiten acercarse a problemas mentales, a veces, con mayor acierto que desde un marco positivista y psicométrico.

Hay que resaltar la necesidad de hacer uso de las herramientas disponibles de la propia ciencia y huir de las pseudociencias, sin descartar que una aproximación al estudio de lo humano en los aspectos psíquico, antropológico o sociológico, no tiene por qué ser estrictamente científica, aunque pueda enriquecerse notablemente desde la ciencia (Peteiro, 2010). Así, este trabajo es de los primeros que describe que una estructura tipológica craneofacial, como la inclinación de la frente, puede informar sobre la impulsividad, la cual está presente en la mayor parte de las teorías explicativas de la personalidad.

La frente, se caracteriza por su anchura, grado de inclinación y por la región glabellar (Balueva y Lebedinskaya, 1991). En nuestra investigación únicamente se ha utilizado la medida objetiva de grados de inclinación, por lo que se desconoce si otras partes que constituyen la frente han podido influir en nuestros resultados.

Por otro lado, la forma de la frente también se ve influida por el desarrollo de los lóbulos frontales (Balueva y Lebedinskaya, 1991) y teniendo en cuenta los resultados expuestos, se podría hipotetizar sobre una relación entre la zona frontal de la estructura craneofacial y la estructura o función del lóbulo frontal.

Lo anterior, puede sostenerse por lo descrito en Sisodiya et al. (2008) que apuntan que *"recientes avances en la comprensión del cerebro humano a través de entidades íntimamente vinculadas, como el rostro, pueden facilitar información directa acerca del cerebro"* o por lo visto en Kjaer (1995) al exponer que *"el rostro, el esqueleto craneofacial y el sistema nervioso central y periférico tienen un desarrollo interconectado"*.

Por otro lado, existe multitud de literatura científica sobre la impulsividad y está bien documentado el papel que juega el lóbulo frontal en el control inhibitorio de impulsos procedentes de áreas más basales (Bari y Robins, 2013). En este sentido, la investigación ha prestado mayor interés a la población clínica, donde los resultados presentan mayor robustez en cuanto a las áreas cerebrales implicadas.

Asimismo, los estudios con población sana presentan una mayor variabilidad de áreas implicadas en cuanto a su asociación con la conducta impulsiva. Ello, va en consonancia con los datos presentados en nuestro tercer estudio, donde todos los lóbulos se han asociado con algún factor de impulsividad.

Finalmente, se puede relacionar una mayor inclinación de la frente con disminuciones del tejido cerebral asociado a la impulsividad no planeada evaluada con BIS-11, observación que hay que tomar con prudencia a la hora de sacar conclusiones, ya que no se han hallado estudios que permitan comparar nuestros resultados.

5.5. Implicación de los resultados

Como se viene apuntando, la impulsividad es un constructo muy importante que puede objetivarse tanto en población clínica como sana y al tratarse de un concepto muy heterogéneo, presenta cierta confusión etiológica, psicopatológica y diagnóstica, lo que dificulta su abordaje terapéutico.

Estos hallazgos sobre la impulsividad y la inclinación de la frente pueden complementar a las herramientas existentes en la evaluación de este constructo. No obstante, debemos tomar esta consideración con cautela, ya que únicamente se ha analizado una parte de la frente y en población sana, por lo que se desconoce el alcance en población clínica.

Por otro lado, se pone de manifiesto que multitud de regiones cerebrales están implicadas en la impulsividad en sujetos sanos. Esta observación contribuye a los esfuerzos en identificar que áreas cerebrales están implicadas en la impulsividad en este tipo de población.

Asimismo, estos resultados también ayudan a consolidar la visión actual sobre la multidimensional del constructo, así como en la elaboración de un mapa de correlatos estructurales de la impulsividad autoinformada en sujetos sanos.

5.6. Limitaciones y futuras investigaciones

Hay que citar ciertas limitaciones en los tres estudios que conforman esta investigación. En primer lugar, se ha centrado en medidas subjetivas de impulsividad y aunque se haya descrito como el método más eficaz para evaluar este constructo (Mathias, Marsh-Richard y Dougherty, 2008) sería conveniente replicar o refutar nuestros hallazgos con medidas objetivas como la capacidad de inhibición de estímulos, falsas alarmas o tolerancia a la gratificación-demora del reforzador.

A pesar de ello, entre otros métodos de evaluación, en los tres estudios publicados se ha utilizado el test BIS-11 que está considerado como una de las herramientas más útiles para medir la impulsividad, tanto en la práctica clínica como en investigación (Stanford et al., 2009).

En segundo lugar, otro aspecto que puede generar controversias es el método de evaluación de los grados de inclinación de la frente. Existen estudios que han medido los grados de inclinación de la frente con fines médicos (Adams, 2008) o descriptivos (Oh, Kang y Jeon 2016). Estos últimos usaron el plano horizontal de Frankfort como referencia (ver Figura 6). Este plano conlleva ciertas dificultad para localizar sus puntos de referencia lo que facilita ciertos errores, como por ejemplo, asumir por el investigador que el plano es paralelo a una horizontal verdadera, hecho que posibilita errores de medida (Proffit y Felds, 2002; Arnett y Bergman, 1993; Canut, 1988).

Asimismo, este plano fue utilizado con el objetivo de orientar el cráneo de una manera aproximada a la posición natural de la cabeza, cuya posición se ha utilizado en fotografías de perfil para controlar la ubicación de los puntos de referencia en teleradiografías (Moorees, 1994; Lundström, et al., 1995; Cooke y Wei, 1990).

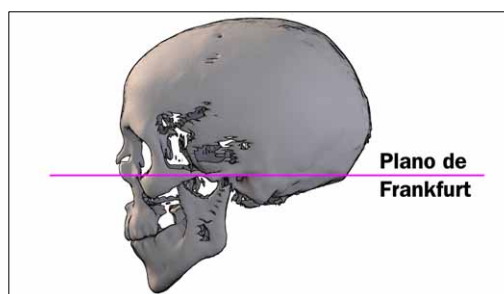


Figura 6. Plano de Frankfurt.

Por ello, en nuestros estudios se entrenó a los participantes para que adoptaran esta posición natural de la cabeza, la cual, ha sido utilizada por su mayor validez como referencia extracraneal en ortodoncia desde 1950.

En tercer lugar, sobre la alta correlación hallada entre los grados de inclinación de la frente y las puntuaciones en impulsividad, debemos preguntarnos el papel que han podido jugar otras estructuras craneofaciales. Por ello, formas relevantes como la altura y la anchura de la frente, así como, el tono muscular del rostro, proyección del mentón y longitud del hueso nasal o el hundimiento de los ojos en la órbita, podrían ser incluidas en futuras investigaciones para la elaboración de un modelo tipológico craneofacial que ayude en la evaluación de la impulsividad en la población. De hecho, de no incluirlas, se estarán desechando variables que podrían relacionarse con la impulsividad.

Finalmente, en investigaciones volumétricas, los estudios que utilizan el método de morfometría basada en el voxel son más frecuentes, sin embargo, la sustancia gris derivada de este método es una medida compuesta en función de la variabilidad del espesor cortical, del área de superficie y de los giros, por lo que cada uno de estos parámetros podría tener un impacto diferente en la sustancia gris del cerebro. No obstante, se ha descrito que el método usado en nuestra investigación (FreeSurfer) proporciona

una precisión equivalente a otros métodos volumétricos cerebrales utilizados, como por ejemplo con metodologías de parcelamiento manual (Fischl et al., 2004).

En suma, todo lo expuesto, nos puede acercar a nuevas líneas de investigación biotipológica, donde la estructura craneofacial puede adquirir un papel fundamental en la comprensión del comportamiento humano.

Finalmente, además del aporte biotipológico, con esta investigación esperamos abrir una prometedora línea de investigación que aborde las asociaciones múltiples entre las diferentes partes de la estructura craneofacial, el tejido cerebral subyacente y la conducta.

5.7. Referencias

- Adams, M., Andrews, W., Tremont, T., Martin, C., Razmus, T., Gunel, E. y Ngan, P. (2013). Antero posterior relationship of the maxillary central incisors to the forehead in adult white males. *Orthodontics: The Art and Practice of Dentofacial Enhancement*, 14, 2-9.
- Arnett, G. W. y Bergman, R. T. (1993). Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning Part I. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 103, 299-312.
- Balueva, T. S. y Lebedinskaya, G. V. (1991). *Anthropological reconstruction*. Academy of Sciences. Moscow. Russian.
- Bari, A., y Robbins, T. W. (2013). Inhibition and impulsivity: behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, 108, 44-79.
- Canut, J. A. (1988). *Ortodoncia clínica*. Edición, Editorial Masson, Barcelona (España), pp. 161-179.
- Cooke, M. S., y Wei, S. H. (1988). The reproducibility of natural head posture: a methodological study. *AJO-DO*, 93, 280-288.
- Han, D. S., y Park, J. H. (2014). Aesthetic Correction of a Protrusive Forehead through Repositioning of the Anterior Wall of the Frontal Sinus. *Archive Craniofacial Surgery*, 129-132.
- Kjaer, I. (1995). Human prenatal craniofacial development related to brain development under normal and pathologic conditions. *Acta Odontologica Scandinavica*, 53, 135-143.
- Lundstrom, A., Lundstrom, F., Lebet, L. M., y Moorrees, C. F. (1995). Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis and research. *European Journal of Orthodontics*, 17, 111-120.
- Mathias, C. W., Marsh-Richard, D. M., y Dougherty, D. M. (2008). Behavioral measures of impulsivity and the law. *Behavioral sciences & the law*, 26, 691-707.
- Moorrees, C. F. (1994). Natural head position – a revival. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*, 105, 512-513.
- Oh, M. J., Kang, S. J., Jeon, S. P., y Sun, H. (2016). Forehead Inclination in the Lateral Profile in Koreans. *Archives of Plastic Surgery*, 43, 293-295.
- Proffit, W. R., y Fields, H. W. (2002). *Ortodoncia, teoría y práctica*. (Vol. 1, pp. 174-177). Buenos Aires. Argentina. Médica Panamericana.
- Sisodiya, S. (2008). Brain structure, function, and genetics revealed by studies of the eye and face. *Current Opinion in Neurology*, 21, 404-409.
- Stahl, C., Voss, A., Schmitz, F., Nuszbaum, M., Tuscher, O., Lieb, K., y Klauer, K. C. (2013). Behavioral Components of Impulsivity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143, 850-860.
- Stanford, M., Mathias, C., Dougherty, D., Lake, S., Anderson, N., y Patton, J. (2009). Fifty years of the Barratt Impulsiveness Scale: An update and review. *Personality and Individual Differences*, 47, 385-395.

ANEXO I. Estudios publicados

ESTUDIO 1. La impulsividad y su asociación con la inclinación de la frente

Int. J. Morphol.,
34(3):990-996, 2016.

La Impulsividad y su Asociación con la Inclinación de la Frente

Impulsivity and its Association with the Slant of the Forehead

David Guerrero^{*,**}; Cristina Gabarre-Armengol^{**}; José Blas Navarro^{***} & Julián Gabarre-Mir^{**}

GUERRERO, D.; GABARRE-ARMENGOL, C.; NAVARRO, J. B. & GABARRE-MIR, J. La impulsividad y su asociación con la inclinación de la frente. *Int. J. Morphol.*, 34(3):990-996, 2016.

RESUMEN: Avances en embriología, genética o neuroimagen, están ayudando a discernir posibles correlaciones entre estructuras del rostro, cerebro y personalidad. Una conducta que ha sido objeto de numerosas investigaciones es la impulsiva, de la que han surgido distintas conceptualizaciones con cierta controversia etiológica. En el presente trabajo estudiamos si el rostro refleja de manera objetiva el nivel de impulsividad. Para ello, se utilizó en población adulta (N=33), la dimensión Búsqueda de Novedad del Inventario de Temperamento y Carácter-Revisado de Cloninger, la Escala de Impulsividad de Barratt (BIS-11) y la Escala de Impulsividad Estado (EIE). En el rostro se midió el grado de inclinación de la frente hacia atrás, resultando una asociación positiva con las 3 puntuaciones psicométricas. Tres jueces evaluaron visualmente el nivel de inclinación de la frente. Se obtuvo un alto acuerdo entre ellos, así como una alta correlación con la medida objetiva de inclinación. Aunque la muestra es reducida, los datos ofrecen una aproximación al objetivo de estudio.

PALABRAS CLAVE: Impulsividad; Rostro; Forma; Craneofacial; Córtex prefrontal.

INTRODUCCIÓN

La historia de la Psicología refleja el interés por las formas y estructuras del ser humano, siendo cráneo y rostro las más estudiadas para discernir la personalidad e inteligencia. Aunque parecía existir una evidencia emergente entre morfología y comportamiento (Gordon *et al.*, 2008), la realidad actual es que existen pocos estudios que asocien la estructura corporal con aspectos de personalidad. Por ejemplo, se ha visto como la altura o la elevada flexibilidad articular se asocia con niveles de ansiedad (Baeza Velasco & Bulbena, 2009) o lo encontrado en Gabarre (2010) donde a nivel craneofacial las diferencias métricas entre la anchura del arco cigomático comparadas con la anchura mandibular, proporcionaban información sobre expresividad emocional y adhesión grupal.

Una conducta que es objeto de numerosas investigaciones es la impulsiva de la que han surgido distintas conceptualizaciones con cierta controversia etiológica. Recientes investigaciones apuntan a que áreas prefrontales (cingulado anterior / zona ventromedial) ejercen un control

inhibitorio del impulso procedente del núcleo estriado (Fineberg *et al.*, 2014). En este sentido, en población sana, (Boes *et al.*, 2009; Matsuo, 2009; Schilling *et al.*, 2013b) han visto asociaciones inversas entre el volumen de áreas prefrontales e impulsividad. La misma asociación se ha encontrado en pacientes dependientes de alcohol (Tornese *et al.*, 2013) o con trastorno límite de personalidad (O'Neill *et al.*, 2013), cuyos rasgos nucleares de estos trastornos son la conducta impulsiva.

Respecto a la estructura craneofacial, Donovan-Lepore *et al.*, (2006) apuntan que el cráneo deriva de las células de la cresta neural y del mesodermo e influencia el desarrollo de las estructuras del cerebro. En la misma línea, Kjaer (1995) habla del desarrollo interconectado del cerebro-rostro o Diewert & Lozanoff (1993) que concluyen que “el rostro está esencialmente aguantado por el cerebro creciente, que sufre amplios cambios en el desarrollo de su morfología”. Por lo visto anteriormente, si se tiene en cuenta que el crecimiento del encéfalo puede estar condicionado

* Departament of Psychiatry and Legal Medicine. PhD Programme in Psychiatry. Universidad Autónoma de Barcelona. Spain.

** Institute of Craniofacial Psychology. Barcelona. Spain.

*** Department of Psychobiology and Methodology of the Behavioural Sciences. Universidad Autónoma de Barcelona. Spain.

por el cráneo que le da soporte y protección, una estructura más inclinada hacia atrás de la zona frontal de la bóveda craneal (frente) podría albergar un menor volumen del área prefrontal-frontal lo que podría traducirse en un mayor déficit inhibitorio de la conducta y en consecuencia en una mayor impulsividad. Así, ya que existen diferencias antropométricas en la inclinación de la frente vista de perfil, el objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia de los niveles de inclinación de la frente sobre la impulsividad, y observar si una mayor inclinación se asocia a puntuaciones más altas en impulsividad.

MATERIAL Y MÉTODO

Participaron 33 adultos seleccionados de población general y con diferentes niveles educativos (primarios: 6.1 %, secundarios: 57.6 %, superiores: 36.4 %) (ver Tabla I para descripción de la muestra). Para obtener la muestra se empleó un muestreo no probabilístico. Se propuso participar a 76 personas seleccionadas al azar de entre aquellos que habían coincidido con el investigador principal en diferentes centros de formación sobre psicología, en la ciudad de Barcelona y provincia. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado para realizar la evaluación y autorizaron el uso de los datos para investigación, de acuerdo con la declaración de derechos de Helsinki.

Se establecieron como criterios de exclusión: prescripción de algún psicofármaco o diagnóstico de trastorno mental y/o neurológico severo.

A cada participante se le tomó una fotografía del perfil izquierdo con una cámara digital réflex, marca Canon, modelo EOS 1100 D EF-S 18-55, adaptada a un trípode de altura regulable. Se fijó una distancia de 1.4 metros y una abertura focal de 50 mm. Sentados en un taburete de altura regulable se efectuaron las fotografías con la cabeza recta, erguida y mirando al frente. El fondo era gris oscuro y se utilizó luz artificial.

Las fotografías fueron ajustadas y maquetadas para su impresión en un centro de fotografía profesional en formato DIN-A4. Para mantener las proporciones y el encuadre se dejó un margen de 3 cm (parte derecha y superior) y 2 cm (parte izquierda). En soporte fotográfico, los grados de inclinación del ángulo de la frente se midieron con un transportador de ángulos semicircular marca Staedtler 568 de 10 cm de regla. Para ello, se tomaron de la metodología creada por Farkas (1994) 2 puntos antropométricos de referencia: Trichion (tr), punto en la línea media de la frente que se ubica en el nacimiento del pelo, y Glabella (g), punto de la línea media más prominente entre las dos cejas. Se trazó una línea recta vertical ascendente desde el punto (g), hasta converger en ángulo recto con la línea trazada en horizontal desde el punto (tr) (Fig. 1).

Por otro lado, durante cinco horas, se entrenó a 3 jueces observadores (un doctor en psicología, una licenciada en psicología y una técnica superior de dibujo) para efectuar una medición visual del nivel de inclinación de la frente hacia atrás (NIF). Las evaluaciones se hicieron por separado en una sala con proyector habilitada por el investigador y la medida para la evaluación quedó sujeta a la siguiente clasificación: 1- Nulo, 2- Bajo, 3- Medio, 4- Medio-alto y 5- Alto.

Pruebas psicométricas:

a) Inventario de Temperamento y Carácter-Revisado de Cloninger (TCI-R): desarrollado por Cloninger *et al.*, (1994) y adaptado a población española por Gutiérrez-Zotes *et al.* (2004). Dispone de 240 ítems respuesta tipo Likert. Evalúa 7 dimensiones básicas de la personalidad y 29 subdimensiones que forman parte de su Teoría Biopsicosocial. En temperamento se encuentran 4 dimensiones (Evitación del Riesgo -ER-, Búsqueda de Novedad -BN-, Dependencia en la Recompensa -DR- y Persistencia -P-). En carácter se incluyen 3 dimensiones (Autodirección -A-, Cooperación -C- y Autotrascendencia -T-). Para el presente estudio se analizaron BN y ER. Las

Tabla I. Descriptivos de la muestra, pruebas psicométricas y GIF.

	N	Media	DE	Mínimo	Máximc	Mediana
Edad	33	35.61	9.98	22	62	33
Grados Inclinación Frente (GIF)	33	11.03	6.25	2	26	9
Hombres	16	12.56	7.87	2	26	16
Mujeres	(48.5%)	9.59	3.92	4	16	9
	17					
	(51.5%)					
TCI-R: Búsqueda de Novedad (BN)	33	59.61	31.93	2	99	60
TCI-R: Evitación del Riesgo (ER)	33	41.58	30.29	1	98	40
BIS 11 Total	33	41.24	16.02	17	81	38
EIE Total	33	11.91	9.03	2	35	10

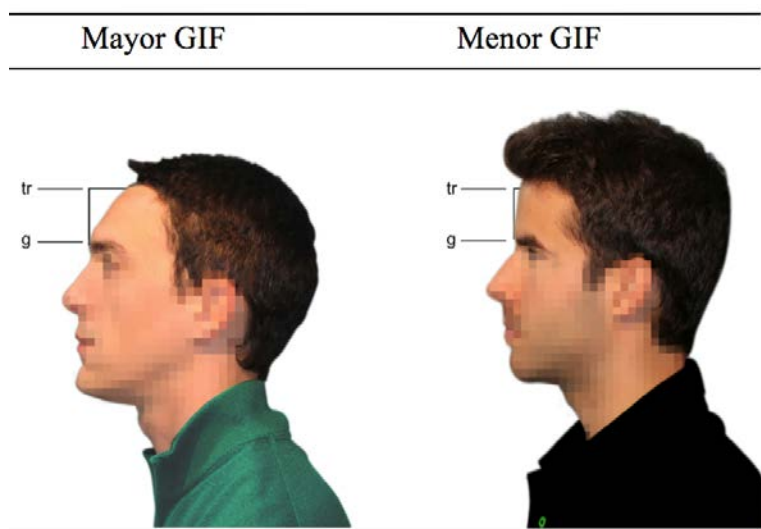


Fig. 1. Ejemplo de la medición de los grados del ángulo de inclinación de la frente (GIF). Puntos antropométricos de referencia: Trichion (tr), punto en la línea media de la frente, que se ubica en el nacimiento del pelo y Glabella (g), punto de la línea media más prominente entre las dos cejas.

propiedades psicométricas son adecuadas, con un alfa de Cronbach de 0,77 para BN y de 0,84 para ER (Gutiérrez-Zotes *et al.*, 2004).

b) Escala de Impulsividad de Barratt (BIS-11) (Patton, 1995): adaptado a población española por Oquendo *et al.* (2011), mide la impulsividad entendida como rasgo de personalidad. Consta de 30 ítems que se puntúan en una escala tipo Likert de 0 (raramente o nunca), 1 (ocasionalmente), 3 (a menudo) y 4 (siempre o casi siempre). La corrección se efectúa en los términos de a mayor puntuación mayor impulsividad. La versión española muestra unas adecuadas propiedades psicométricas, con una consistencia interna alfa de 0,75 y una fiabilidad test-retest tras 2 meses que proporciona un Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de 0,89.

c) Escala de Impulsividad Estado (EIE): escala clínica, validada en población española por Iribarren *et al.* (2011), que permite medir la conducta impulsiva como estado. Se presentan 20 ítems, agrupados en 3 dimensiones: gratificación, automatismo y atencional. Con respuesta tipo Likert de 4 opciones que indican que a puntuaciones más altas mayor impulsividad. Se utilizó como medida la puntuación total. Ha mostrado una elevada fiabilidad, con un alfa de 0,884.

En el análisis estadístico, se estudió mediante el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) la concordancia de la medida visual, nivel de inclinación de la frente hacia

atrás (NIF), de los 3 jueces. Posteriormente, se efectuó una única medida promedio de los 3 jueces. Con la medida visual promedio de NIF, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson con la medida objetiva de grados de inclinación de la frente hacia atrás (GIF). A través de una regresión lineal múltiple, se analizó la influencia de GIF sobre las puntuaciones de impulsividad en los test psicométricos y se estudió la posible existencia de interacción y confusión producida por sexo y edad. Siguiendo la propuesta de Maldonado & Greenland (1993), se mantuvieron las variables de ajuste en el modelo cuando el cambio entre el efecto bruto y el ajustado era mayor al 10 %. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS versión 19.

RESULTADOS

El nivel de concordancia de los 3 jueces para la evaluación visual NIF proporcionó un CCI= 0.961 (IC 95 %: 0,929 a 0,979). Dado el alto grado de acuerdo interjueces, se obtuvo la medida promedio del nivel de inclinación de la frente (NIF). La correlación entre la medida promedio y el grado de inclinación de la frente (GIF) fue muy alta: NIF ($r=0,88$, $p<0,0005$) lo que muestra una altísima asociación entre la evaluación visual y la antropométrica.

La Tabla II muestra la influencia de GIF, sobre las dimensiones BN y ER del TCI-R y sobre las puntuaciones obtenidas en BIS-11 y EIE.

GUERRERO, D.; GABARRE-ARMENGOL, C.; NAVARRO, J. B. & GABARRE-MIR, J. La impulsividad y su asociación con la inclinación de la frente. *Int. J. Morphol.*, 34(3):990-996, 2016.

Tabla II. Efecto de GIF sobre BN, ER, BIS-11 y EIE.

	b	t	p	IC 95%
TCI-R: Búsqueda de Novedad (BN)*	2,180	2,41	0,025	0,330 a 4,030
TCI-R: Evitación del Riesgo (ER)*	0,205	0,20	0,843	-1,886 a 2,295
BIS 11 Total	1,615	4,51	< 0,0005	0,885 a 2,345
EIE Total	0,762	3,45	0,002	0,312 a 1,212

*Ajustado por sexo y edad

En la Figura 2 se pueden ver conjuntamente los gráficos de dispersión entre GIF-BN y GIF-ER. En la dimensión BN, el estudio de interacción por sexo y edad obtuvo unos datos no significativos ($p=0,101$), aunque ambas variables demográficas sí fueron introducidas como medidas de ajuste estadístico. Se concluye que por cada grado que aumenta la inclinación de la frente, la puntuación en BN

aumentará 2,180 puntos (IC 95 %: 0,330 a 4,030), con un grado de significación $p=0,025$). En la dimensión ER, la interacción con sexo y edad tampoco obtuvo significación ($p=0,081$). Ajustado por sexo y edad se halló que por cada grado que aumenta la inclinación de la frente, ER aumentará no significativamente 0,205 puntos (IC 95 %: -1,886 a 2,295; $p=0,843$).

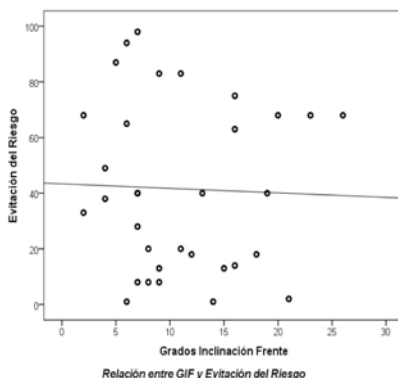
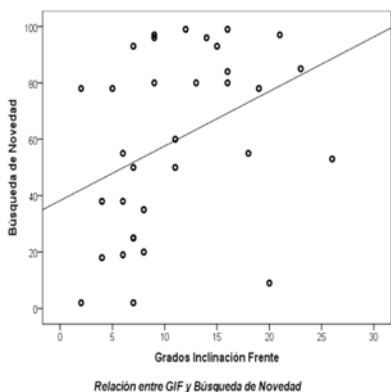


Fig. 2. Comparativa de los gráficos de dispersión entre grados de inclinación de la frente (GIF) y las dimensiones de TCI-R (Búsqueda de Novedad y Evitación del Riesgo).

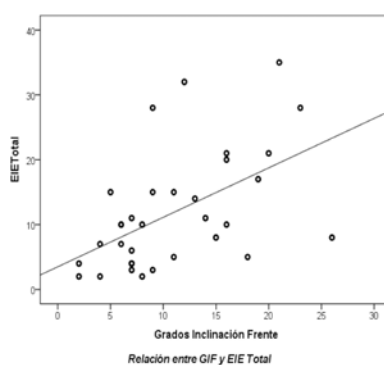
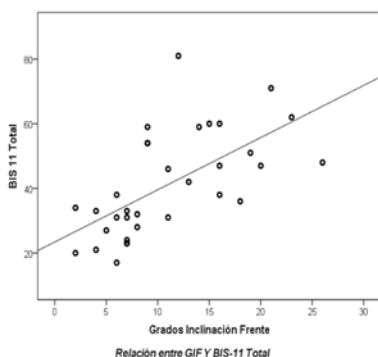


Fig.3. Gráficos de dispersión entre GIF-BIS-11 y GIF-EIE.

En la Figura 3 pueden verse los gráficos de dispersión entre GIF y Escala Impulsividad de Barratt (BIS-11) así como entre GIF y Escala de Impulsividad Estado (EIE).

En BIS-11, la interacción por sexo y edad resultó no significativa ($p=0,453$) y no fue necesario el ajuste ni por sexo ni por edad. Se obtuvo que por cada grado que aumenta la inclinación de la frente el BIS-11 total aumentará significativamente 1.615 puntos (IC 95 %: 0,885 a 2,345; $p<0,0005$).

Finalmente para EIE, tampoco se obtiene interacción ni con sexo ni con edad ($p=0,394$), ni se considera necesario el ajuste por estas variables. Se concluye que por cada grado que aumenta la inclinación de la frente el EIE total aumentará significativamente 0,762 puntos (IC95 %: 0,312 a 1,212; $p=0,002$).

DISCUSIÓN

En primer término, se observó una alta fiabilidad interjueces en la medida visual y una alta correlación de la medida promedio de la evaluación visual con los grados de inclinación de la frente. De ello se deduce que la evaluación visual del grado de inclinación de la frente puede ser suficiente y evitar una instrumentación más compleja para medidas antropométricas.

En cuanto a las medidas psicométricas de la impulsividad, la asociación más baja se da en la dimensión Búsqueda de Novedad. Esta dimensión, no sólo está constituida por la evaluación de la impulsividad, sino que incluye facetas como actividad exploratoria, extravagancia y planificación (Gutiérrez-Zotes *et al.*), lo que podría explicar esta más baja asociación. En comparación, la dimensión Evitación del Riesgo describe a los sujetos con mayor inhibición conductual, aburrimiento y pesimismo, considerándose más ansiosos y menos impulsivos, lo que va en consonancia con nuestros resultados y con los estudios que describen que sujetos sanos con un patrón conductual de Búsqueda de Novedad obtienen puntuaciones opuestas en Evitación del Riesgo (Laricchiuta *et al.*, 2014).

Los marcos teóricos que definen la impulsividad incluyen conductas de búsqueda activa de recompensas, evitación de la frustración, actuaciones rápidas y una baja previsión de las consecuencias (Squillace *et al.*). Uno de los test más utilizados para evaluar el rasgo de impulsividad es el BIS-11, que mide las definiciones anteriores (Squillace *et al.*, 2011). Así, dado la mayor asociación de GIF con BIS-11 que incluye diferentes facetas del constructo, se podría sugerir que una alta inclinación de la frente constituye un fenotipo conductual e informa de un rasgo estable de impulsividad sin entrar en consideraciones clínicas, alejadas de este estudio. La evaluación de la impulsividad como estado a través de la escala EIE, muestra una asociación positiva menor que la anterior, siendo los datos esperables, ya que hay que considerar que sujetos con un rasgo bajo en impulsividad pueden actuar de manera puntual en la dirección opuesta o viceversa, movidos por situaciones ambientales concretas en el momento de la evaluación (Iribarren).

Por otro lado, en un novedoso estudio, se encontró que la forma craneofacial puede informar de facetas de personalidad (Gabarre), lo que soporta, por lo menos en parte, lo descrito por Sisodiya *et al.* (2008) que comentan que "recientes avances en la comprensión del cerebro humano a través de entidades íntimamente vinculadas, como el rostro (...) pueden facilitar información directa acerca del cerebro". Además, si tenemos en cuenta los datos encontrados en el

presente estudio, la función inhibitoria de la corteza prefrontal y así como su correspondencia con la zona frontal de la bóveda craneal, sería factible investigar la inclinación de esta zona craneal y su asociación con el volumen prefrontal e impulsividad. Está hipótesis puede sostenerse con explicaciones como la de DeMeyer (1975) que habla de que "el subyacente cerebro y el recubriente rostro están complicadamente entrelazados" o con estudios de desarrollo craneal donde Kjaer (1995) expone que "el rostro, el esqueleto craneofacial y el sistema nervioso central y periférico tienen un desarrollo interconectado".

En cuanto a las limitaciones del presente estudio, hay que considerar el tamaño reducido de la muestra, y en consecuencia la generalización de nuestros resultados. Por otro lado, existe la dificultad de encontrar un instrumento de medición antropométrica directa de la inclinación de la frente. Respecto a las mediciones psicométricas, este trabajo se ha centrado exclusivamente en dos dimensiones de temperamento del TCI-R, y se ha utilizado como equivalente a impulsividad, la dimensión BN y una segunda de ER, como dimensión comparativa y opuesta que puede reflejar ansiedad. En consecuencia, no se ha profundizado sobre distintas subdimensiones que definen la faceta de BN, así como en otras dimensiones de temperamento y carácter definidas en este test, por lo que en futuros estudios sería interesante estudiar los grados de inclinación de la frente con las variables excluidas así como con las distintas subescalas de BIS-11 y EIE que no han sido analizadas.

Finalmente, hasta donde llega nuestro conocimiento y tomados los datos con cautela, éste trabajo es de los primeros que puede acercarse a describir que una estructura tipológica craneofacial puede sugerir niveles de impulsividad, lo que puede ayudar, en sí mismo, en la predicción de este rasgo de personalidad en la población.

AGRADECIMIENTOS: A las personas que de forma desinteresada y voluntaria han participado en este estudio.

GUERRERO, D.; GABARRE-ARMENGOL, C.; BLAS NAVARRO, J. & GABARRE-MIR, J. Impulsivity and its association with the slant of the forehead. *Int. J. Morphol.*, 34(3):990-996, 2016.

SUMMARY: Advances in embryology, genetics and neuroimaging are helping to discern possible correlations between facial structures, brain and personality. A behavior that has been the subject of much research is impulsiveness, where different

GUERRERO, D.; GABARRE-ARMENGOL, C.; NAVARRO, J. B. & GABARRE-MIR, J. La impulsividad y su asociación con la inclinación de la frente. *Int. J. Morphol.*, 34(3):990-996, 2016.

conceptualizations have arisen with some etiological controversy. Objectifying the possibility of different levels of impulsivity in the face is studied. For an adult sample (N =33), the Novelty Seeking dimension of Temperament and Character-Revised by Cloninger, the Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11) and Impulsiveness Scale State (EIE) were used. In the forehead the degree of inclination front to back was measured, resulting in a positive association with the 3 psychometric scores. Three judges evaluated the level of inclination of the forehead, resulting in a high reliability and a high correlation with the objective measurement of inclination. Although the sample is small, the data provides an objective approach to the study of the variable analyzed.

KEY WORDS: Impulsivity; Face; Shape; Craniofacial; Prefrontal cortex.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baeza Velasco, C. & Bulbena, A. Ansiedad social y alteración de colágeno en personas de gran estatura. *Cuad. Med. Psicosom. Psiquiatr. Enlace*, (89-90):40-6, 2009.
- Boes, A. D.; Bechara, A.; Tranel, D.; Anderson, S. W.; Richman, L. & Nopoulos, P. Right ventromedial prefrontal cortex: a neuroanatomical correlate of impulse control in boys. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.*, 4(1):1-9, 2009.
- Cloninger, R. C.; Pryzbeck, T. R.; Svrakic, D. M. & Wetzel, R. D. *The Temperament and Character Inventory. A Guide to its Development and Use: Amerikaanse Handleiding*. St. Louis, Center for Psychobiology of Personality, Washington University, 1994.
- DeMyer, W. Median facial malformations and their implications for brain malformations. *Birth Defects Orig. Artic. Ser.*, 11(7):155-81, 1975.
- Diewert, V. M. & Lozanoff, S. A morphometric analysis of human embryonic craniofacial growth in the median plane during primary palate formation. *J. Craniofac. Genet. Dev. Biol.*, 13(3):147-61, 1993.
- Donovan-Lepore, A. M.; Jaeger, J.; Czobor, P.; Abdelmessih, S. & Berns, S. M. Quantitative craniofacial anomalies in a racially mixed schizophrenia sample. *Biol. Psychiatry*, 59(4):349-53, 2006.
- Farkas, L. G. *Anthropometry of the Head and Face*. 2nd ed. New York, Raven Press, 1994.
- Fineberg, N. A.; Chamberlain, S. R.; Goudriaan, A. E.; Stein, D. J.; Vanderschuren, L. J.; Gillan, C. M.; Shekar, S.; Gorwood, P. A.; Voon, V.; Morein-Zamir, S.; Denys, D.; Sahakian, B. J.; Moeller, F. G.; Robbins, T. W. & Potenza, M. N. New developments in human neurocognition: clinical, genetic, and brain imaging correlates of impulsivity and compulsivity. *C. N. S. Spectr.*, 19(1):69-89, 2014.
- Gabarre, J. *Rostro y Cerebro: Dos Caras de una Misma Realidad*. Tesis doctoral. Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona, 2010.
- Gordon Jr., G. G.; Frederick, M. J. & Pipitone, R. N. Morphology and behavior: Phrenology revisited. *Rev. Gen. Psychol.*, 12(3):297-304, 2008.
- Gutiérrez-Zotes, J. A.; Bayón, C.; Montserrat, C.; Valero, J.; Labad Alquézar, A.; Cloninger, C. R. & Fernández-Aranda, F. Inventario del Temperamento y el Carácter-Revisado (TCI-R). Baremación y datos normativos en una muestra de población general. *Actas Esp. Psiquiatr.*, 32(1):8-15, 2004.
- Iribarren, M. M.; Jiménez-Giménez, M.; García-de Cecilia, J. M. & Rublo-Valladolid, G. Validación y Propiedades Psicométricas de la Escala de Impulsividad Estado (EIE). *Actas Esp. Psiquiatr.*, 39(1):49-60, 2011.
- Kjaer, I. Human prenatal craniofacial development related to brain development under normal and pathologic conditions. *Acta Odontol. Scand.*, 53(3):135-43, 1995.
- Laricchiuta, D.; Petrosini, L.; Piras, F.; Macci, E.; Cutuli, D.; Chiapponi, C.; Cerasa, A.; Picerni, E.; Caltagirone, C.; Girardi, P.; Tamorri, S. M. & Spalletta, G. Linking novelty seeking and harm avoidance personality traits to cerebellar volumes. *Hum. Brain Mapp.*, 35(1):285-96, 2014.
- Maldonado, G. & Greenland, S. Simulation study of confounder-selection strategies. *Am. J. Epidemiol.*, 138(11):923-36, 1993.
- Matsuo, K.; Nicoletti, M.; Nemoto, K.; Hatch, J. P.; Peluso, M. A.; Nery, F. G. & Soares, J. C. A voxel-based morphometry study of frontal gray matter correlates of impulsivity. *Hum. Brain Mapp.*, 30(4):1188-95, 2009.
- O'Neill, A.; D'Souza, A.; Carballedo, A.; Joseph, S.; Kerskens, C. & Frodl, T. Magnetic resonance imaging in patients with borderline personality disorder: a study of volumetric abnormalities. *Psychiatry Res.*, 213(1):1-10, 2013.
- Oquendo, M. A.; Baca-García, E.; Graver, R.; Morales, M.; Montalvan, V. & Mann, J. J. Spanish adaptation of the Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11). *Eur. J. Psychiatry*, 15(3):147-55, 2001.
- Patton, J. H.; Stanford, M. S. & Barratt, E. S. Factor structure of the Barratt impulsiveness scale. *J. Clin. Psychol.*, 51(6):768-74, 1995.
- Schilling, C.; Kühn, S.; Romanowski, A.; Banaschewski, T.; Barbot, A.; Barker, G. J.; Brühl, R.; Büchel, C.; Charlet, K.; Conrod, P. J.; Czech, K.; Dalley, J. W.; Flor, H.; Häke, I.; Ittermann, B.; Ivanov, N.; Mann, K.; Lüdeman, K.; Martinot, J. L.; Palafox,

GUERRERO, D.; GABARRE-ARMENGOL, C.; NAVARRO, J. B. & GABARRE-MIR, J. La impulsividad y su asociación con la inclinación de la frente. *Int. J. Morphol.*, 34(3):990-996, 2016.

C.; Paus, T.; Poline, J. B.; Reuter, J.; Rietschel, M.; Robbins, T. W.; Smolka, M. N.; Ströhle, A.; Walaszek, B.; Kathmann, N.; Schumann, G.; Heinz, A.; Garavan, H.; Gallinat, J. & IMAGEN consortium. Common structural correlates of trait impulsiveness and perceptual reasoning in adolescence. *Hum. Brain Mapp.*, 34(2):374-83, 2013.

Sisodiya, S. Brain structure, function, and genetics revealed by studies of the eye and face. *Curr. Opin. Neurol.*, 21(4):404-9, 2008.

Squillace, M.; Picón Janeiro, J. & Schmidt, V. El concepto de impulsividad y su ubicación en las teorías psicobiológicas de la personalidad. *Rev. Neuropsicol. Latinoam.*, 3(1):8-18, 2011.

Tornese, E. B. & Mazzoglio y Nabar, M. J. Morphometry of the corpus callosum and mammillary bodies in alcoholism using magnetic resonance. *Int. J. Morphol.*, 31(4):1233-42, 2013.

Correspondencia:
J. David Guerrero Apolo
Carrer Pau Claris
Nº 120, 3º 2ª C. P. 08009
Barcelona
ESPAÑA

Teléfono: +0034 687 43 49 53
Fax: +34 93 581 1435

Email: davidguerrero@copc.cat

Recibido: 07-04-2016
Aceptado: 18-07-2016

ESTUDIO 2. The slant of the forehead as a craniofacial features of impulsiveness

ORIGINAL ARTICLE

The slant of the forehead as a craniofacial feature of impulsiveness

J. David Guerrero-Apolo,^{1,2} J. Blas Navarro-Pastor,³ Antonio Bulbena-Vilarrasa,^{1,4} Julián Gabarre-Mir²

¹Departament de Psiquiatria i Medicina Legal, Doctorat en Psiquiatria, Facultat de Medicina, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Barcelona, Spain. ²Institute of Craniofacial Psychology, Barcelona, Spain. ³Departament de Psicobiologia i de Metodologia de les Ciències de la Salut, Facultat de Psicologia, UAB, Barcelona, Spain. ⁴Unitat d'Ansietat, Institut de Neuropsiquiatria i Addiccions (INAD), Hospital del Mar, UAB, Barcelona, Spain.

Objective: Impulsiveness has been the subject of much research, but little is known about the possible relationship between craniofacial anatomy and impulsiveness. The present study was designed to investigate the relationship between one aspect of craniofacial structure (the angle of inclination of the forehead) and impulsiveness.

Method: Photographs in profile were obtained from 131 volunteers who had been fined for driving at high speed and were undergoing a court-mandated driving license point-recovery course. They completed the Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11), the Impulsive Behavior Scale (UPPS-P), and Zuckerman's Sensation Seeking Scale (V). The angle of the slant of the forehead was measured with a photographic support and a protractor.

Results: High positive concordance was found between forehead inclination and 14 out of the 15 impulsiveness factors studied.

Conclusions: The angle of inclination of the forehead was significantly associated with self-reported impulsiveness in this sample of traffic violators.

Keywords: Craniofacial anatomy; impulsiveness; forehead; BIS-11

Introduction

Methods used to assess individual differences have arisen as a direct consequence of historical context and technological improvements. Questions about perception, memory, and thinking were framed in Antiquity in order to find answers about how human beings perceive the world.

Apart from introspective methods, the possibility that the human figure might reflect individual character and personality traits did not go unnoticed. Theophrastus (372-287 B.C.) was the first to conduct systematic observations in the field that has become known as the psychology of individual differences.¹ In this regard, the craniofacial structure was of special interest as shown in treatises on physiognomy² and phrenology.³

The technological advances of the 20th century have discredited the aforementioned treatises, contributing to the subsequent scarcity of research into the craniofacial structure and its associations with personality. A neuro-imaging study showed a pattern of clenching of the frontal sinuses which correlated positively with the underlying brain tissue in 101 patients with obsessive-compulsive disorder.⁴ Another study found an association between bizygomatic width and personality traits.⁵ Recently, a positive association between forehead inclination and impulsiveness

has been observed.⁶ Overall, however, little or no research at all has been carried out with present-day scientific methodologies; very few studies have directly addressed the possible relation between craniofacial structure and personality traits, let alone impulse behavior.

It is well documented that impulsiveness is a significant psychological construct, represented in most explanatory models of personality.⁷ Impulsiveness includes a complex association of subordinate traits, such as lack of response inhibition, swift processing of information, sensation-seeking, and lack of self-control.⁸ It is also of great clinical interest, because it is a risk factor for several psychiatric disorders⁹ and a major symptom of attention deficit/hyperactivity disorder,¹⁰ borderline personality disorder,¹¹ antisocial behavior,¹² substance abuse,¹³ and addiction to online games.¹⁴ In short, impulsiveness is a hard-to-tackle heterogeneous construct¹⁵ that results from the complex interaction of multiple underlying neurobiological factors.¹⁶

All this seems to have contributed to a lack of specificity and controversies concerning its etiology and operational definitions.¹⁷ Furthermore, impulsiveness has been studied mostly as a clinical symptom,¹⁸ albeit from different theoretical approaches,¹⁹ which has contributed to the development of diverse instruments for its assessment. On the other hand, despite some reluctance in finding creative solutions, methodological innovation could promote a better understanding of this construct.¹⁸ The main aim of this study, using a larger sample of volunteers and more specific instruments, is to replicate the conclusions of previous research on the association between the slant

Correspondence: Jesus David Guerrero, Carrer Pau Claris, 120, 3^a 2^a, 08009, Barcelona, Spain.
E-mail: jesusdavid.guerrero@e-campus.uab.cat
Submitted May 16 2017, accepted Aug 07 2017.

of the forehead and impulsiveness.⁶ Our study thus addresses impulsiveness as a trait in a healthy population to test the hypothesis that the frontal arch of the cranial structure is an anatomical marker of said trait. Considering individual differences in the forehead inclination in degrees (FID), we propose that people whose forehead is backward-slanted to a greater degree will score higher in impulsiveness than people with a lesser degree of forehead slant.

Methods

Participants

To ensure wide variability in measures of impulsiveness, the sample was recruited from a traffic training center among offenders who had to complete an official course to recover points in their driving licenses as a result of having been fined for speeding. The final sample consisted of 131 participants, of whom 105 (80.2%) were male. Educational attainment was primary in 31 subjects (23.7%), secondary in 48 subjects (36.6%), and higher in 52 subjects (39.7%). The mean (SD) age of males and females did not differ statistically (36.7±10.2 years).

Table 1 shows the descriptive statistics of the total sample split by sex. Significant differences were only found in FID, with greater inclinations for men. As for impulsiveness measures, men scored higher on nine of 15 scales, although the differences were small and failed to reach significance in all cases.

Digital photographs

Photographs were taken in profile, using a Canon EOS 1100D digital single-lens reflex (DSLR) camera with a

standard zoom lens (EF-S 18-55 mm, Canon) and a tripod with adjustable height. The distance from subject was set at 1.6 m, the focal length at 50 mm, and the focal ratio at f/5.6. To minimize optical distortions, participants remained seated on a chair that had been bolted to the ground. All were trained to slant their heads upwards and downwards until they felt relaxed and adopted a natural head position (NHP). NHP is defined as an innate, physiological, and reproducible position achieved when a person is in a relaxed sitting or standing position, looking at the horizon or at an external reference point (a mirror, a point on the wall) at eye level.²⁰ It is considered a normalized and stable head position²¹ representing the natural real-life posture of human beings.²² The edge of each photograph was regarded as the true vertical (TV) reference for FID measurement.

Measurement of forehead inclination in degrees (FID)

The digital photographs were printed in black and white in DIN-A4 format, in the portrait orientation. The FID was measured by using a set square with semicircular protractor (Staedtler Mars 568) and a 10-cm ruler.

Although some methods have been reported for measurement of forehead slant variability for descriptive²³ or medical²⁴ purposes, we followed the view employed in a cosmetic treatment report.²⁵ Two anthropometric landmarks were used²⁶: the trichion, which is the point of intersection between the midline of the forehead and the hairline, and the glabella, or the most prominent point of a midline drawn between both eyebrows. The vertex of the angle was fixed on the glabella, from which two lines were drawn. Line 1 was drawn vertically, parallel to the edge of the photograph (TV), and was set as 0°. Line 2 was drawn from the glabella to the trichion. The FID was

Table 1 Descriptive analysis of participant profile and impulsiveness measures (n=131)

	Total sample			Men	Women	p-value
	Mean (SD)	Minimum	Maximum	Mean	Mean	
Age	36.7 (10.2)	18	60	36.9	36.0	0.673
Forehead inclination in degrees (FID)	19.0 (5.0)	8	33.5	19.5	16.9	0.017
UPPS-P						
Total	43.1 (8.9)	24	69	43.2	42.5	0.727
Negative Urgency	9.9 (2.7)	5	16	9.7	10.7	0.086
Positive Urgency	9.9 (2.7)	4	16	9.9	9.8	0.818
Sensation-Seeking	9.5 (2.9)	4	16	9.7	8.7	0.097
Lack of Premeditation	7.3 (2.4)	4	15	7.3	7.1	0.742
Lack of Perseverance	6.6 (2.5)	4	16	6.6	6.3	0.533
BIS-11						
Total	45.4 (14.4)	21	91	45.0	46.9	0.551
Attentional Impulsiveness	14.0 (4.3)	4	27	13.9	14.3	0.667
Motor Impulsiveness	16.1 (6.6)	3	33	15.9	16.9	0.503
Non-planning Impulsiveness	15.3 (6.2)	1	34	15.2	15.7	0.706
SSS-V						
Total	20.3 (6.7)	5	34	20.7	18.7	0.172
Thrill and Adventure Seeking	5.3 (2.9)	0	10	5.5	4.4	0.064
Experience Seeking	6.4 (2.0)	1	10	6.4	6.5	0.818
Disinhibition	4.3 (2.2)	0	9	4.4	3.9	0.308
Boredom Susceptibility	4.3 (2.2)	0	9	4.4	3.9	0.345

BIS-11 = Barratt Impulsiveness Scale; SD = standard deviation; SSS-V = Zuckerman's Sensation-Seeking Scale, form V; UPPS = Impulsive Behavior Scale.

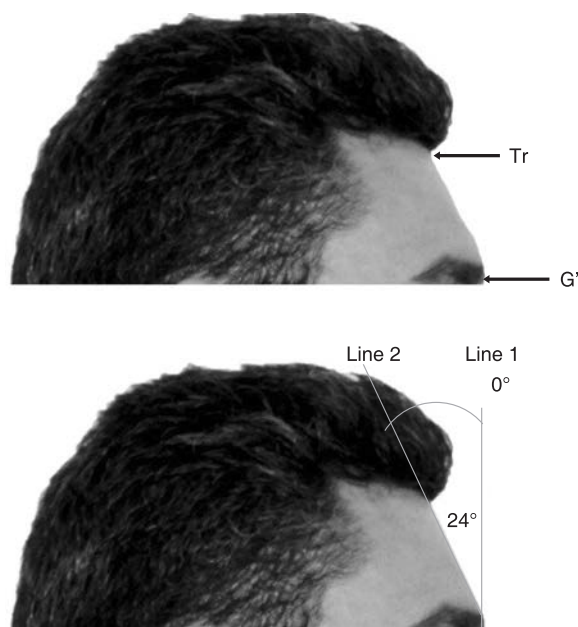


Figure 1 Measurement of the angle of the forehead slant. G' = glabella; Tr = trichion.

then defined as the angle formed between Line 1 and Line 2 (Figure 1).

Each participant's FID was independently measured on the printed photographs by two experts in craniofacial morphology. The agreement reached between them was high (intraclass correlation coefficient [ICC] = 0.99); therefore, the average of the FID from both raters was used as the predictor variable for subsequent analyses.

*UPPS Impulsive Behavior Scale, short form (UPPS-P)*²⁷

The Spanish version of the UPPS-P²⁸ measures five dimensions of impulsiveness: negative and positive urgency, lack of intent, lack of perseverance, and sensation-seeking. Several psychometric properties have been demonstrated as similar to the original English scale, including convergent validity, reliability, and internal consistency, with a Cronbach's alpha ranging between 0.61 and 0.81 for the five dimensions. The UPPS-P consists of 20 items scored on four-point Likert-type scales (1 = fully agree; 2 = partially agree; 3 = partially disagree; 4 = totally disagree). Higher scores reflect more impulsiveness.

*Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11)*²⁹

The Spanish version of the BIS-11³⁰ measures impulsiveness as a personality trait. It contains three subscales: attentional impulsiveness (tendency to fast decision-making), motor impulsiveness (tendency to act on the spur of the moment), and non-planning impulsiveness (more interested in the present than in the future). The BIS-11

consists of 30 items scored on Likert-type scales ranging from 0 (rarely or never) to 4 (always or almost always), with higher scores reflecting more impulsiveness. The Spanish version has suitable psychometric properties, with an internal alpha consistency of 0.75 and good test-retest reliability after 2 months (ICC = 0.89).

Zuckerman's Sensation-Seeking Scale (form V), Spanish version^{31,32}

Zuckerman's Sensation-Seeking Scale-V consists of 40 items, and provides both a total score and separate scores for its four 10-item factors: Thrill and Adventure Seeking, Experience Seeking, Disinhibition, and Boredom Susceptibility. Each item is simply scored as true or false; true answers are assigned 1 point. The test-retest reliability for the validated Spanish version is 0.90 for the total score and 0.68-0.94 for the individual factors.³¹ The alpha coefficient is 0.82 for men and 0.77 for women. There are no cutoff points, but standard scores and deviations have been obtained from a representative Spanish population: 21.3 (6.4) for men and 17.7 (5.3) for women.

Procedure

A non-probabilistic strategy was used to recruit the sample. The principal investigator attended the center once a week to select the study participants. A total of 225 participants were suggested, of whom 154 volunteered. Each volunteer was given three self-report inventories to complete and had their picture taken in profile. This was followed by a brief interview to exclude those who were receiving psychoactive drugs or had received

a diagnosis of a severe mental or neurological disorder. Incorrect or incomplete self-reports were excluded. In all, 23 participants were left out of the study. The data collection process lasted 7 months.

The study was approved by the local ethics committee of Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Each participant signed an informed consent form before entering the study and agreed to the use of data for research purposes. None of them received financial compensation.

Statistical analysis

Statistical analyses were carried out in Stata 14. Student's *t* test was used to assess significant differences between sexes. The ICC was calculated for interobserver agreement. Bivariate Pearson's correlation coefficients were calculated among the 15 impulsiveness measures to gauge the association between them.

The association between FID and impulsiveness was examined through independent linear regression models for each measure by taking impulsiveness as the response variable and FID as the predictor variable. For each model, interactions of FID with sex and age were assessed. Nonsignificant interactions were deleted, assuming a conservative *p*-value of 0.10 (aiming at detecting moderate, albeit weak effects), but the main effects of sex and age remained in the models and adjusting terms. In the interaction between FID and sex, the effects of FID were estimated separately for each sex. In the interaction between FID and age, the effects of FID were obtained for three ages: minimum (18-year-olds), rounded mean (37-year-olds), and maximum (60-year-olds). Nonstandardized and standardized regression coefficients (beta) are reported, the latter as an effect-size measure. Linearity and homogeneity of variances was verified for each regression model through visual inspection of predicted-residual plots and with the Breusch-Pagan test.

Type I error was set at the usual level (0.05, two-tailed). With the aim of not hiding possible relevant effects, no correction of the Type I error was applied to the results presented in tables. Nevertheless, the false discovery rate was calculated to estimate how much results would

change; all statistically significant results remained so after correction.

With a sample of 131 participants and a minimum statistical power of 80%, significance testing would detect correlations of at least 0.30.

Results

Correlation between measures of impulsiveness

Both total and scale impulsiveness measures obtained with the three above-mentioned instruments showed high Pearson correlation coefficients. As shown in Table 2, only 14 out of 105 correlations did not reach statistical significance. Lack of perseverance, negative urgency, and emotion seeking were the least-correlated scales among them. In general, correlations for total and scale scores were higher between the UPPS-P and BIS-11, and lower when correlating the UPPS-P or BIS-11 with the SSS-V (Table 2).

Effects of FID on impulsiveness

Table 3 presents the results of linear regression analysis of the association between FID and different measures of impulsiveness. The only statistically significant interaction ($\alpha \leq 0.10$) between FID and sex was found in the prediction of UPPS-P: negative urgency ($p = 0.071$), with a positive association in men but not in women, as well as between FID and age in the SSS-V: disinhibition ($p = 0.089$), with positive associations for 18-year-olds and 37-year-olds, but no relation in 60-year-olds.

As for the other impulsiveness measures, positive and statistically significant associations were systematically found, except for Zuckerman's Thrill and Adventure Seeking.

Discussion

Our results support the hypothesis of an association between forehead inclination and impulsiveness. We observed a substantial association between forehead inclination and 14 out of 15 factors of impulsiveness,

Table 2 Correlation between impulsiveness measures*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 UPPS-P, total														
2 UPPS-P, Negative Urgency	0.68													
3 UPPS-P, Positive Urgency	0.77	0.62												
4 UPPS-P, Sensation-Seeking	0.62	0.23	0.37											
5 UPPS-P, Lack of Premeditation	0.73	0.27	0.35	0.29										
6 UPPS-P, Lack of Perseverance	0.61	0.15	0.25	0.12	0.65									
7 BIS-11, total	0.76	0.50	0.58	0.43	0.63	0.46								
8 BIS-11, Attentional Impulsiveness	0.57	0.34	0.44	0.29	0.51	0.37	0.79							
9 BIS-11, Motor Impulsiveness	0.67	0.49	0.54	0.42	0.52	0.32	0.88	0.59						
10 BIS-11, Non-planning Impulsiveness	0.66	0.40	0.46	0.36	0.56	0.48	0.85	0.53	0.57					
11 SSS-V, total	0.54	0.30	0.43	0.52	0.37	0.21	0.48	0.31	0.49	0.38				
12 SSS-V, Thrill and Adventure Seeking	0.25	0.04	0.19	0.42	0.18	-0.01	0.24	0.17	0.28	0.14	0.74			
13 SSS-V, Experience Seeking	0.43	0.25	0.25	0.38	0.31	0.25	0.25	0.11	0.27	0.23	0.70	0.34		
14 SSS-V, Disinhibition	0.53	0.26	0.46	0.43	0.37	0.26	0.48	0.33	0.45	0.42	0.82	0.44	0.52	
15 SSS-V, Boredom Susceptibility	0.42	0.38	0.37	0.28	0.23	0.16	0.45	0.29	0.46	0.35	0.64	0.20	0.27	0.45

BIS-11 = Barratt Impulsiveness Scale; SSS-V = Zuckerman's Sensation-Seeking Scale, form V; UPPS = Impulsive Behavior Scale.
 * All the coefficients remained statistically significant after applying false discovery rate correction.
 Pearson correlations with $p > 0.05$ are set in bold.

Table 3 Regression of FID on impulsiveness measures

	b	Beta	R ²	p-value	95%CI (B)
UPPS-P					
Total	0.770	0.432	0.194	< 0.001	0.464-1.076
Negative Urgency			0.086		
Men	0.152	0.282		0.006	0.044-0.260
Women	-0.076	-0.141		0.511	-0.304-0.152
Positive Urgency	0.159	0.296	0.129	0.001	0.063-0.254
Sensation-Seeking	0.173	0.300	0.179	0.001	0.073-0.273
Lack of Premeditation	0.193	0.408	0.142	< 0.001	0.109-0.276
Lack of Perseverance	0.133	0.267	0.064	0.005	0.041-0.225
BIS-11					
Total	1.405	0.487	0.217	< 0.001	0.917-1.893
Attentional Impulsiveness	0.389	0.454	0.240	< 0.001	0.246-0.531
Motor Impulsiveness	0.579	0.438	0.166	< 0.001	0.348-0.809
Non-planned Impulsiveness	0.438	0.354	0.111	< 0.001	0.215-0.661
SSS-V					
Total	0.418	0.311	0.208	< 0.001	0.190-0.646
Thrill and Adventure Seeking	0.130	0.226	0.228	0.009	0.033-0.226
Experience Seeking	0.043	0.109	0.043	0.252	-0.031-0.117
Disinhibition			0.167		
18-year-olds	0.258	0.579		0.002	0.099-0.417
37-year-olds	0.141	0.316		0.001	0.063-0.219
60-year-olds	-0.001	-0.002		0.991	-0.179-0.177
Boredom Susceptibility	0.107	0.247	0.067	0.009	0.027-0.187

95%CI = 95% confidence interval; BIS-11 = Barratt Impulsiveness Scale; FID = forehead inclination in degrees; SSS-V = Zuckerman's Sensation-Seeking Scale, form V; UPPS = Impulsive Behavior Scale.

Regression coefficients adjusted by sex and age. Significant interaction if $p < 0.10$.

* All coefficients remained statistically significant after applying false discovery rate correction.

as well as high inter-rater reliability in the objective measurement of FID.

With respect to specific instruments, the lowest associations were found when UPPS-P Sensation Seeking is associated with BIS-11, which can be explained by the biological model on which Zuckerman's theory is based.³³ This model includes the Thrill and Adventure Seeking factor as a non-impulsive form of Sensation Seeking.

Given the multidimensional nature of impulsiveness, and for a major representation of the construct, three self-report instruments widely used in both clinical and theoretical research were employed in this study. Research has found that impulsiveness may influence errors of commission in drivers.³⁴ On this basis, we expected to find higher impulsiveness scores in our sample than in the general population. However, our data were very similar scores to those reported in the adaptations of the SSS-V³¹ and UPPS-P²⁸ instruments; indeed, we even found an identical mean score for positive urgency (9.9).

Our study indicates that forehead inclination reflects the different subordinate constructs that underpin self-reported impulsiveness. It is difficult to compare our results with those of other investigators, as only one preliminary study⁶ followed a similar approach; in that study, however, the sample was smaller than ours and of a different nature, and except the BIS-11, different self-report instruments were used. In this regard, however, our study also found a major association between BIS-11 and FID.

In the UPPS-P model, men showed higher levels of sensation seeking and positive urgency than women.⁸ Conversely, women scored higher on negative urgency.⁸ All of these findings are consistent with our results,

although forehead inclination was not related to negative urgency in women in our study.

Regarding the SSS-V, its total scores had the lowest association, and no association at all with the Experience Seeking or Disinhibition factors were found in 60-year-olds. The Disinhibition and Boredom Susceptibility scales were those most related to impulsiveness.³³ In this regard, the modulating effect of age on impulsiveness is known and, consequently, the mean age of our sample has probably modulated our findings in these dimensions, as we can see in the Disinhibition factor. In this scale, at the age of 60, forehead inclination did not exert any influence, although it seems that assuming risky behaviors is not a direct consequence of age but of the grey-matter volume of the brain.³⁵

Our study found a greater degree of forehead inclination in men, as previously reported elsewhere.⁶⁻²³ On this topic, craniofacial surgeons suggest that people with greater development of the frontal bone (bulging supraorbital ridge) have a greater forehead inclination,³⁶ as well as a more masculine appearance.²⁵ Additionally, those people with greater development of the eyebrow muscles generally report greater obstinacy²⁵ and express some difficulty in interpersonal relationships, as well as greater subjective discomfort.³⁷ This is consistent with another study which found that more compulsive subjects, who are more impulsive a priori,³⁸ exhibited enlargement of the cerebrospinal fluid spaces around the frontal opercula, which correlated positively with the frontal protrusion (superciliary arches).⁴

Some limitations of this study must be mentioned. Our work focused on subjective measures of impulsiveness. Although this has been described as the most efficient

method,³⁹ it would be convenient to replicate or refute our findings with objective measures. These concerns notwithstanding, the BIS-11 instrument is regarded as one of the most useful tools to measure impulsiveness, both for research purposes and in everyday clinical practice.⁴⁰

Another aspect that may generate some controversy is the method of FID assessment. Our method followed a study in which forehead inclination was measured before and after cosmetic surgical correction of a protrusive forehead.²⁵ The method of Oh et al.²³ was not used because they chose the Frankfort horizontal plane as a landmark. This plane extends from the upper edge of the auditory meatus (porion) to the lower edge of the orbital ridge, and its original purpose was to orient the skull in an approximation of NHP (the actual landmark used in our study). As other authors have suggested, location of the defining landmarks of the Frankfort horizontal plane can be rather difficult, both on cephalometric and photometric analyses, which predisposes to certain errors.⁴¹ A particularly common one consists of assuming that the Frankfort plane is parallel to a true horizontal (TH), which can lead to measurement errors.⁴⁰ To circumvent these limitations, we used NHP, which has been used as a reference in extra-cranial orthodontics since the 1950s and is usually employed in profile pictures to control landmark placement on lateral cephalograms.^{21,22}

Cautious interpretation of our results, taking the aforementioned limitations into account, could pave the way for further modern research into the possible association between craniofacial shape and impulsiveness.

Acknowledgements

The authors are indebted to Xavi Álvaro Civit, director of the traffic training center Autoescuela La Clau, and to all the volunteers who graciously participated in this study.

Disclosure

The authors report no conflicts of interest.

References

- Eysenck HJ, Eysenck SBG. Personality structure and measurement. London: Routledge & Kegan Paul; 1969.
- Lavater JC. Physiognomische Fragmente. Leipzig: Weidmanns Erben & Reich; 1978.
- Gall FJ. Exposición de la doctrina del doctor Gall, ó nueva teoría del cerebro, considerado como residencia de las facultades intelectuales y morales del alma. Madrid: Imprenta de Villalpando; 1806.
- Pujol J, Soriano-Mas C, Gispert JD, Bossa M, Reig S, Ortiz H, et al. Variations in the shape of the frontobasal brain region in obsessive-compulsive disorder. *Hum Brain Mapp*. 2011;32:1100-8.
- Gabarre-Mir J, Navarro-Pastor JB, Gabarre-Armengol C, Estaun-Ferrer S. Bizygomatic width and its association with social and personality traits in males. *Int J Morphol*. 2017;35:1037-42.
- Guerrero D, Gabarre-Armengol C, Navarro JB, Gabarre-Mir J. La impulsividad y su asociación con la inclinación de la frente. *Int J Morphol*. 2016;34:990-6.
- Whiteside SP, Lynam DR. The five factor model and impulsivity: using a structural model of personality to understand impulsivity. *Pers Individ Differ*. 2001;30:669-89.
- Cyders MA. Impulsivity and the sexes: measurement and structural invariance of the UPPS-P impulsive behavior scale. *Assessment*. 2013;20:86-97.
- Martinotti G, Cloninger CR, Janiri L. Temperament and character inventory dimensions and anhedonia in detoxified substance-dependent subjects. *Am J Drug Alcohol Abuse*. 2008;34:177-183.
- Tajima-Pozo K, Ruiz-Manrique G, Yus M, Arrazola J, Montañes-Rada F. Correlation between amygdala volume and impulsivity in adults with attention-deficit hyperactivity disorder. *Acta Neuropsychiatr*. 2015;27:362-7.
- O'Neill A, D'Souza A, Carballedo A, Joseph S, Kerskens C, Frodl T. Magnetic resonance imaging in patients with borderline personality disorder: a study of volumetric abnormalities. *Psychiatry Res*. 2013;213:1-10.
- Boo LM, Fraguera JAG, Cutrin O, Romero E. Impulsivity traits as correlates of antisocial behaviour in adolescents. *Pers Individ Differ*. 2017;104:417-22.
- Gullo MJ, Loxton NJ, Dawe S. Impulsivity: four ways five factors are not basic to addiction. *Addict Behav*. 2014;39:1547-56.
- Du X, Qi X, Yang Y, Du G, Gao P, Zhang Y, et al. Altered structural correlates of impulsivity in adolescents with internet gaming disorder. *Front Hum Neurosci*. 2016;10:4.
- Caswell AJ, Bond R, Duka T, Morgan MJ. Further evidence of the heterogeneous nature of impulsivity. *Pers Individ Dif*. 2015;76:68-74.
- Fineberg NA, Chamberlain SR, Goudriaan AE, Stein DJ, Vanderschuren LJ, Gillan CM, et al. New developments in human neurocognition: clinical, genetic, and brain imaging correlates of impulsivity and compulsivity. *CNS Spectr*. 2014;19:69-89.
- Stahl C, Voss A, Schmitz F, Nuszbaum M, Tuscher O, Lieb K, et al. Behavioral components of impulsivity. *J Exp Psychol Gen*. 2013;143:850-86.
- Contreras D, Catena A, Cándido A, Perales JC, Maldonado A. Funciones de la corteza prefrontal ventromedial en la toma de decisiones emocionales. *Int J Clin Health Psychol*. 2008;8:285-313.
- Janssen T, Larsen H, Peeters M, Boendermaker WJ, Vollebergh WAM, Wiers RW. Do online assessed self-report and behavioral measures of impulsivity-related constructs predict on set of substance use in adolescents? *Addict Behav Rep*. 2015;1:12-8.
- Moorrees CF. Growth and development in orthodontics. *Curr Opin Dent*. 1991;1:609-21.
- Moorrees CF. Natural head position – a revival. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1994;105:512-3.
- Lundstrom A, Lundstrom F, Lebrecht LM, Moorrees CF. Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis and research. *Euro J Orthod*. 1995;17:111-20.
- Oh MJ, Kang SJ, Jeon SP, Sun H. Forehead inclination in the lateral profile in Koreans. *Arch Plast Surg*. 2016;43:293-5.
- Adams M, Andrews W, Tremont T, Martin C, Rasmus T, Gunel E, et al. Anteroposterior relationship of the maxillary central incisors to the forehead in adult white males. *Orthodontics (Chic)*. 2013;14:e2-9.
- Han DS, Park JH. Aesthetic correction of a protrusive forehead through repositioning of the anterior wall of the frontal sinus. *Arch Craniofac Surg*. 2014;15:129-32.
- Farkas LG. Examination. In: Farkas LG, editor. *Anthropometry of the head and face*. New York: Raven; 1994. p. 3-56.
- Billieux J, Rochat L, Ceschi G, Carré A, Offerlin-Meyer I, Defeldre AC, et al. Validation of a short French version of the UPPS-P impulsive behavior scale. *Compr Psychiatry*. 2012;53:609-15.
- Cándido A, Orduña E, Perales J, Verdejo-García A, Billieux J. Validación de una versión breve de la escala de comportamiento impulsivo UPPSP. *Trastor Adict*. 2012;14:73-8.
- Patton JH, Stanford MS, Barratt ES. Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. *J Clin Psychol*. 1995;51:768-74.
- Oquendo MA, Baca-García E, Graver R, Morales M, Montalvan V, Mann JJ. Spanish adaptation of the Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11). *Eur J Psychiat*. 2001;15:147-55.
- Zuckerman M, Eysenck S, Eysenck HJ. Sensation seeking in England and America: crosscultural, age, and sex comparisons. *J Consult Clin Psychol*. 1978;46:139-49.
- Pérez J, Torrubia R. Fiabilidad y validez de la versión española de la escala de búsqueda de sensaciones (forma V). *Rev Latinoam Psicol*. 1986;18:7-22.
- Zuckerman M. A biological theory of sensation seeking. In: Zuckerman M, editor. *Biological bases of sensation seeking, impulsivity, and anxiety*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates; 1983. p. 37-76.
- Owsley C, McGwin G Jr, McNeal SF. Impact of impulsiveness, venturesomeness, and empathy on driving by older adults. *J Safety Res*. 2003;34:353-9.

- 35 Grubb MA, Tymula A, Gilaie-Dotan S, Glimcher PW, Levy I. Neuroanatomy accounts for age-related changes in risk preferences. *Nat Commun.* 2016;7:13822.
- 36 Balueva TS, Lebedinskaya GV. Anthropological reconstruction. Moscow: Russian Academy of Sciences; 1991.
- 37 Urken ML, Som PM, Lawson W, Edelstein D, Weber AL, Biller HF. Abnormally large frontal sinus. II. Nomenclature, pathology, and symptoms. *Laryngoscope.* 1987;97:606-11.
- 38 Moreso NV, Hernández-Martínez C, Val VA, Sans JC. Socio-demographic and psychopathological risk factors in obsessive-compulsive disorder: epidemiologic study of school population. *Int J Clin Health Psychol.* 2013;13:118-26.
- 39 Mathias CW, Marsh-Richard DM, Dougherty DM. Behavioral measures of impulsivity and the law. *Behav Sci Law.* 2008;26:691-707.
- 40 Steinberg L, Sharp C, Stanford MS, Tharp AT. New tricks for an old measure: the development of the Barratt Impulsiveness Scale-Brief (BIS-Brief). *Psychol Assess.* 2013;25:216-26.
- 41 Proffit WR, Fields HW. *Ortodoncia, teoría y práctica.* Buenos Aires: Médica Panamericana; 2002.

ESTUDIO 3. Association between self-reported impulsiveness and gray matter volume in healthy adults. An exploratory MRI study



Contents lists available at ScienceDirect

Neuroscience Letters

journal homepage: www.elsevier.com/locate/neulet

Research article

Association between self-reported impulsiveness and gray matter volume in healthy adults. An exploratory MRI study[☆]

J. David Guerrero-Apolo^{a,b,*}, J. Blas Navarro-Pastor^c, Antonio Bulbena-Vilarrasa^{a,d}, Julián Gabarre-Mir^b

^a Department of Psychiatry and Legal Medicine, PhD Programme in Psychiatry, School of Medicine, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Spain

^b Institute of Craniofacial Psychology, Barcelona, Spain

^c Department of Psychobiology and Methodology of the Behavioural Sciences, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Spain

^d Anxiety Unit, Institute of Neuropsychiatry and Addictions (INAD), Hospital del Mar, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Spain



ARTICLE INFO

Keywords:

BIS 11
Impulsiveness
Fronto-temporal areas
Forehead inclination
FreeSurfer

ABSTRACT

This exploratory study investigated the association between self-reported impulsiveness and cortical gray matter volume (GMV) of the entire cortex in healthy adults. As a secondary objective and based on preliminary findings concerning the positive association between self-reported impulsiveness and the slant of the forehead degrees (SFD), we analyzed associations between SFD, GMV and impulsiveness. We obtained 48 structural magnetic resonances. The participants also completed BIS 11 and profile pictures were obtained. SFD was measured by a photographic support and a protractor. The GMV of the whole cortex was obtained for each participant through FreeSurfer. Firstly, we found negative and positive correlations between fronto-temporal and occipital areas respectively and BIS. Second, we found negative correlations between SFD and GMV in right postcentral gyrus, right caudal middle frontal gyrus, right transverse temporal cortex and positive correlation in left entorhinal cortex. Third, we observed a positive correlation between SFD and BIS in all impulsiveness scores. In conclusion, variations in fronto-temporal and posterior cerebral areas are crucial for BIS in healthy adults. Furthermore, SFD was associated with BIS and correlated with GMV areas involved in self-reported impulsiveness.

1. Introduction

Impulsiveness is a personality trait [1] that is generally associated with an “tendency to engage in rash actions without deliberation” [2]. Presently, it is regarded as a multidimensional psychological construct [3] and different neurobiological factors seem to be involved [4]. Therefore, there is a large body of knowledge, where different conceptualizations have arisen with some etiological controversy. [5,6].

Advances in structural neuroimaging studies suggest high implication of prefrontal cortex on behavioral control [7]. Using Voxel Based Morphometry (VBM) with healthy subjects, it has been found that orbitofrontal bilateral grey matter volume (GMV) correlated inversely with non-planning impulsiveness and motor impulsiveness from BIS, as well as, left anterior cingulate cortex with total score [8]. Other impulsiveness measures have also observed reduced orbitofrontal GMV in healthy adults [9]. Furthermore, BIS scores has been associated with a decrease in cortical thickness (CT) in the fronto-temporal areas [10,11,12]. On the other hand, positive associations had been observed in anterior cerebral areas [13,14,15].

In clinical population, structural studies have also found negative associations between impulsiveness and GMV in the orbitofrontal cortex, anterior cingulate cortex, parietal and temporal lobes [16,17]. Recently, by using BIS, its total score was associated with identified damage from multiple areas of bilateral prefrontal cortex, left superior cortex gyrus, middle and inferior temporal gyrus [18]. This reveals that solid evidence seems to suggest that fronto-temporal variations play a crucial role in impulsiveness assessed with BIS, although it is not clear the correlation of these regions with the different factors. However, there appears to be greater consistency on structural variations of the cortex in clinical subjects than in healthy subjects. Thus, our aim is to explore in healthy adults the GMV of the entire cerebral cortex to identify relevant structures associated with impulsiveness measured with BIS [19].

On the other hand, few studies have considered a relationship between craniofacial structure and self-reported impulsiveness. In this sense, two recent papers have observed a positive association between self-reported impulsiveness and the slant forehead degrees (SFD) [20,21]. Therefore, as a secondary objective based on these previous

[☆] This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

* Corresponding author at: Carrer Pau Claris, N° 120, 3° 2°, C.P. 08009, Barcelona, Spain.

E-mail address: jesusdavid.guerrero@e-campus.uab.cat (J.D. Guerrero-Apolo).

<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.03.042>

Received 17 January 2018; Received in revised form 19 February 2018; Accepted 18 March 2018

Available online 19 March 2018

0304-3940/ © 2018 Elsevier B.V. All rights reserved.

findings and since there are differences in the inclination of the forehead, we consider confirming this relationship in our sample. We also considered exploring the relationship between SFD and the GMV of the entire cortex, a relationship, to our knowledge it hasn't been investigated yet.

2. Material and methods

2.1. Participants

In order to recruit our sample, two advertisements were placed in training centers and libraries of Barcelona city (Spain). The sample consisted of 48 right-handed volunteers. (66.7% male) with an age mean of 36.2 years-old (SD = 9.9). Their academic level was elementary in 7 subjects (14.6%), intermediate in 16 subjects (33.3%) and high in 25 subjects (52.1%). All volunteers according to Mini-International Neuropsychiatric Interview [22] were healthy. Participants completed BIS and after that they went on to take a profile picture, whose method will be further detailed later. Finally, an appointment was made for magnetic resonance. Each participant signed an informed consent before entering the study and agreed on the use of data for research purposes. The study was approved by the Universitat Autònoma de Barcelona and followed the ethical standards defined in the Declaration of Helsinki.

2.2. Impulsiveness measurement

Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11) [19]. The Spanish version of the instrument was applied [23]. It has 30 items scored in a Likert-type scale (0: rarely or never, 1: occasionally, 3: often, 4: always or almost always). A higher score indicates greater impulsivity. It has three subscales: attentional impulsiveness (8 items), motor impulsiveness (10 items), and non-planning impulsiveness (12 items). Internal consistency in our sample took values of Cronbach's $\alpha = 0.836$ for the total score, and 0.476, 0.705 and 0.669 for the 3 previous subscales. In a personal communication, Barratt said the scale can be used as follows: 1 rated as 0, 2 as 1, 3 as 3, 4 as 4 (Cited in Oquendo et al. [23]).

2.3. Measurement of the slant forehead degrees

Firstly, the profile photographs were taken by a digital reflex Canon camera model EOS 1100 D EF-S 18–55. To avoid any optical distortions, the participants remained seated on a chair previously fixed to a place by the researcher. To that end, they were trained to slant their heads upwards and downwards, until they felt relaxed and adopted a natural head position (NHP) [24]. Therefore, the edge of the photograph was regarded as the true vertical (TV) and as a reference in the measurement of the SFD. The digital photographs were printed in black and white in format DIN-A4 and in vertical position. The degrees of the angle of the forehead inclination were measured by a semicircular protractor brand Staedtler 568 with a 10 cm ruler. Two anthropometric points of reference were taken from the methodology created by Farkas [25]: trichion or the point in the middle line of the forehead, which is placed in the hairline, and glabella or the point of the most prominent middle line between both eyelashes. The vertex of the angle was fixed on the glabella, from which two lines were drawn. Line 1 was vertically drawn, parallel to the edge of the photograph TV and was set as 0° . Line 2 was drawn from the glabella to the trichion. The SFD was measured as the angle, in degrees, formed by the line that goes from the glabella to the trichion (see Fig. 1). The same measurement procedure can be observed in a previous study [21]. Each participant was independently measured by three experts in craniofacial morphology. The agreement between observers was very high with intraclass correlation coefficient $CCI = 0.99$. With these results, the average of the SFD was used in posterior analyses.

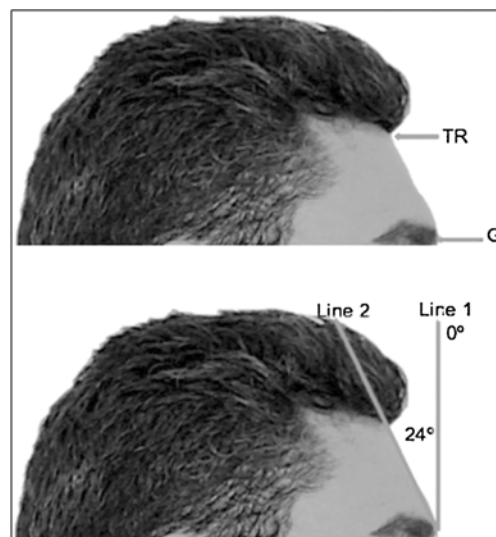


Fig. 1. Measurement of the angle of the forehead slant TR: trichion; G: glabella.

2.4. Magnetic resonance imaging acquisition

Magnetic resonance imaging (MRI) scans were obtained using 1.5 T (GE BRIVO). High-resolution 3D-FSPGR images, powered in T_1 were taken for each participant. The acquisition parameters were the following: TE = minimum; TI = 300 ms; Flip Angle = 20° ; 130 adjacent axial sections; mould 256×256 , 25 cm FoV; Slice Thickness = 1.2 mm; Receiver Bandwidth 15.63 KHz.

2.5. Structural MRI data preprocessing

Data obtained from MRI was processed using Freesurfer 5.3.0 software (<http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu>). Automatic volumetry performed by Freesurfer is a quantitative measurement of specific brain regions, which has been validated in several psychiatric and neurological domains [26]. Freesurfer provides information on the following areas: frontal lobe (superior frontal gyrus, rostral and caudal middle frontal gyrus, parsopercularis, parstriangularis, and parsorbitalis gyrus, lateral and medial orbitofrontal cortex, precentral gyrus, paracentral and frontalpole), parietal lobe (superior parietal, inferior parietal, supramarginal, postcentral and precuneus), temporal lobe (superior temporal, middle and inferior temporal gyrus, banks of the superior, fusiform gyrus, transverse temporal cortex, entorhinal cortex, temporal pole and parahippocampal gyrus), occipital lobe (lateral occipital cortex, cuneus, lingual gyrus and pericalcarine cortex), cingulate cortex (rostral anterior cingulate cortex, caudal anterior cingulate cortex, posterior cingulate cortex e, isthmus cingulate cortex). In this exploratory study all areas were analyzed and all specifications about Freesurfer parcellations, including reliability, validity and anatomic limits has been described [27]. The images were visually inspected to detect structural artifacts and abnormalities, finding that none of the segmentations needed to be corrected.

2.6. Statistical analysis

Data was analyzed with Stata 14. To analyze the association between BIS and GMV and SFD adjusted Pearson correlation coefficient was calculated, previous verification of linearity of the relationships. Academic level and age were introduced in correlation analysis as adjustment terms. The ICC was calculated for interobserver agreement in the SFD measurement. Type I error was set at the usual 0.05 level. With

Table 1
Description of slant of the forehead degree and BIS 11 measures.

N = 48	Mean	SD	Minimum	Maximum
Slant of the forehead degrees (SFD)	17.73	5.49	10	34
Total score (0–120)	44.35	15.62	21	91
Attention impulsiveness (0–32)	13.77	4.55	6	27
Motor impulsiveness (0–40)	14.75	6.50	3	32
Non-planning impulsiveness (0–48)	15.83	7.04	1	34

Between brackets range of possible values.

the aim of not hiding possible relevant associations and because exploratory nature of our research, without a priori hypothesis, no correction of the Type I error was applied to results presented in the tables [28].

3. Results

Table 1 shows a description of the BIS scores and the SFD. There are no cut-off values well established for BIS scores. Impulsiveness in our sample has similar mean values to those obtained in the Spanish validation of the questionnaire [23].

3.1. Association between BIS and GMV

Table 2 shows adjusted correlations between BIS and GMV for the areas with at least one statistically significant result. Overall there were five significant negative correlations (three in right and two in left hemisphere) and seven positives (five in right and two in left hemisphere). Practically all of them had absolute correlation values above 0.3. Right lingual area showed the highest association because having

Table 2
Correlations between BIS 11 scores, cortical grey matter volume and slant of the forehead degree (SFD) for areas with at least one statistically significant result.

N = 48	Total score	Attention impulsiveness	Motor impulsiveness	Non-planning impulsiveness
Right caudal anterior cingulate cortex	0.218 0.145	0.131 0.384	0.087 0.563	.317 .032
Right parsopercularis gyrus	–0.189 0.208	0.017 0.910	–0.121 0.424	– 0.316 .032
Right postcentral gyrus	–0.231 0.122	–0.010 0.948	–0.222 0.138	– 0.298 .044
Right transverse temporal cortex	–0.286 0.054	–0.029 0.848	–0.255 0.087	– 0.375 .010
Right fusiform gyrus	0.121 0.423	.340 .021	0.038 0.800	0.015 0.919
Right lingual gyrus	.393 .007	0.258 0.084	.408 .005	.324 .028
Left rostral anterior cingulate cortex	–0.236 0.114	–0.078 0.608	– 0.310 .036	–0.185 0.220
Left caudal anterior cingulate cortex	–0.258 0.084	–0.018 0.905	–0.262 0.079	– 0.315 .033
Left posterior cingulate cortex	.332 .024	.393 .007	0.170 0.260	.325 .027
Left precentral gyrus	0.218 0.145	0.131 0.384	0.087 0.563	.317 .032
SFD	.442 .002	.461 .001	.361 .012	.349 .015

In each cell: Pearson correlation (adjusted by academic level and age), *p* value. In bold statistically significant correlations.

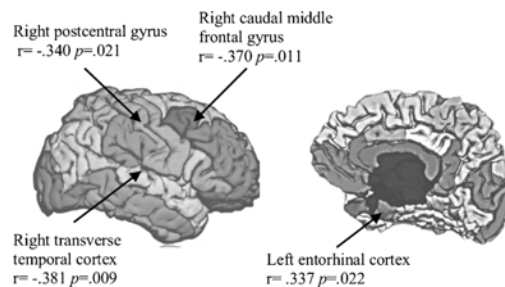


Fig. 2. Statistically significant correlations between slant of the forehead degree and cortical gray matter volume. Adjusted by academic level and age.

three out four correlations statistically significant. About impulsiveness, non-planning has correlated significantly with six brain regions (five negative and one positive).

3.2. Association between BIS and SFD

Last row of Table 2 presents correlation between impulsiveness and SFD. All the results are positive and highly significant, with two correlation values above 0.4.

3.3. Association between SFD and GMV

Fig. 2 presents statistically significant adjusted correlations between SFD and GMV. Four significant results were found, the three negatives with areas located in right hemisphere and the only positive was located in the left one. As in previous analysis absolute correlation values were all above 0.3.

4. Discussion

In the present exploratory study, we have found significant correlations, both positive and negative, between BIS and GMV in all cerebral areas. On our second objective, a greater SFD was associated with a decreased GMV in parieto-temporal areas and we found that greater SFD was associated with higher impulsiveness.

Firstly, we note that BIS scores have correlated with the four brain lobes. This observation supports that a great number of brain areas seem to be involved on impulsiveness [4] and that the BIS factors correspond to different neurological substrates [1,29]. Specifically, our data shows that attentional impulsiveness has positively correlated with GMV in front-temporal areas. Fusiform gyrus is included in temporal lobe [27] whose variations in GMV [14,30,31] and CT [11] are involved on impulsiveness traits in healthy adults. Our finding in fusiform gyrus supports the previous studies, although the observation in frontal area appears to provide more evidence. This region is implicated in impulsive decision and impulsive control [14,32,33] and a crucial role of the cingulate cortex has been suggested in response inhibition [34] and attention impulsiveness [31]. Also, precentral gyrus has been implicated in inhibitory control [35] and control of response inhibition [36].

In addition, by using surface-based analysis, attention impulsiveness was positively correlated with the precentral gyrus [31]. This is consistent with our finding in precentral gyrus and supports the evidence of increased GMV in front-temporal areas on attentional impulsiveness in healthy adults. However, other studies by using VBM did not find significant variations in GMV in this factor [8].

With respect to motor impulsiveness, our finding in right lingual gyrus reveals the existence of increased GMV for this factor. This finding is consistent with previous studies. Lingual gyrus is included in occipital lobe [27] and recently, Barratt impulsiveness was associated with higher GMV in areas of the occipital sulcus bilaterally [37] and

motor impulsiveness was positively correlated with lingual gyrus [31]. However, in rostral anterior cingulate cortex it seems that variations are not so clear, at least, in healthy adults. In fact, we found a decrease in motor impulsiveness which contrasts with the reported increase in anterior cingulate cortex for non-planning impulsiveness [13]. In the current study, non-planning impulsiveness, has correlated with the largest number of brain regions. We have observed an increase in right caudal anterior cingulate cortex and decreased in the left hemisphere. This suggests a volumetric asymmetry of this region in its correlation with non-planning impulsiveness. In this direction, it is not surprising to find variations in this region, since it has been associated with impulse control, novelty seeking, persistence and impulse behavior [29,14] and a crucial role in action monitoring has been suggested [34]. In this factor, we have also found decreased in right parsopercularis gyrus, whose area is involved in careful thinking and planning [38] and has also been observed positive correlation in local gyrification index of this region [31]. Although, it is also not clear the variations in parsopercularis gyrus, along with our fact, these findings might point towards interaction between inferior frontal cortex that is associated with non-planning impulsiveness [39].

Other areas that have also negatively correlated with non-planning impulsiveness in our study were right postcentral gyrus and right transverse temporal cortex. Postcentral gyrus is included in parietal lobe [27]. In contrast, Barratt impulsiveness is associated with higher GMV in areas of the parietal sulcus bilaterally [37] and this area has been implicated in inhibitory control [35]. Conversely, emotion-based rash impulsivity was associated with smaller GMV in right temporal pole [40]. This finding is consistent with our observation in right transverse temporal cortex, though contrary to what was found by other authors in CT [11]. This region could be involved in the general impulsivity [41] and the regulation of social care [42] so it seems logical to find changes in this region. However more studies are needed to assess GMV's changes in this area in healthy adults. In addition, it appears that variations in all cortical regions in healthy adults with higher impulsiveness are not clear, nevertheless, there seems to be growing evidence of increased occipital regions. Our results appear to support this hypothesis. Thus, non-planning impulsiveness and total score have also positively correlated with lingual gyrus, whose region is part of occipital lobe [27]. Recently, in local gyrification index by using a surface-based analysis was also found a positive association between attention impulsiveness, motor impulsiveness and right lingual gyrus. This result may suggest that increased GMV in right lingual gyrus may be an influence structural correlate on BIS in healthy adults.

Respect to our secondary objective, at higher SFD, GMV decreases in right caudal middle frontal gyrus, right post central gyrus and right transverse temporal cortex were observed, as well as an increase in left entorhinal cortex.

Our exploration should be considered with caution, since as far as our review goes no studies have been found to compare our results. In fact, it is not clear whether SFD influences the underlying frontal tissue or other structures. However, it should be noted that SFD has not significantly correlated with posterior areas of the brain, whose observation seems to be expected given that frontal lobes influence the shape of the forehead [43]. Besides that, we observed a generalized positive correlation between SFD and impulsiveness, which is consistent with two previous studies [20,21]. These results seem to suggest that greater SFD may be associated with increased in self-reported impulsiveness.

Some limitations of this study should be noted. Firstly, the sample size was modest, which may limit the generalization of the results. However, the sample size is in the range of comparable previous studies [9,11]. Second, our work has focused exclusively on subjective measures of impulsiveness. In this context, differences between self-report and behavioural measures have been observed [44] so we must be careful and limit our findings to BIS. Furthermore, internal consistency for attentional impulsiveness was low (.476) suggesting that conclusions related to this dimension of impulsivity may be biased. However,

it was found that only 2 of the 8 items on the subscale had low correlations with the rest (items 4 and 24), and that excluding them the alpha value went up to 0.65. For this reason we decided to maintain the original definition of the subscale and to interpret results based on it. Finally, in studies investigating structural correlates of impulsiveness, studies using VBM are now more frequent [38,14,8]. However, GMV derived from VBM is a composite measure depending on the variability of cortical thickness, area and gyrification and each of these parameters could have a different impact on GMV [45]. On the other hand, it has been described that FreeSurfer provides equivalent accuracy to other brain volumetric methods used [46].

5. Conclusions

The current study provide evidence about the involvement of numerous areas in self-reported impulsiveness on healthy adults. On the other hand, changes were observed in all brain lobes except the occipital area, so more studies will be needed to clarify whether SFD influences anterior and posterior brain tissue. Finally, this study suggests that a higher SFD increases self reported impulsiveness.

Acknowledgements

We are really grateful to the Alomar Center, to Javier González Zabaleta, CEO in (www.medimsight.es) for his professionalism. Also, our heartfelt thanks to the developer LAIMBIO, from the URJC, and to all the volunteers who participated in this study.

References

- [1] E.S. Barratt, Impulsiveness and aggression, in: J. Monahan, H.J. Steadman (Eds.), *Violence and Mental Disorder: Developments in Risk Assessments*, University of Chicago Press, I.L. Chicago, 1994, pp. 61–79.
- [2] E.S. Barratt, Impulsiveness defined within a systems model of personality, in: E.P. Speilburger, J.N. Butcher (Eds.), *Advances in Personality Assessment*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J., 1985, pp. 113–132.
- [3] A.J. Caswell, R. Bond, T. Duka, M.J. Morgan, Further evidence of the heterogeneous nature of impulsivity, *Pers. Individ. Differ.* 76 (2015) 68–74.
- [4] N.A. Fineberg, S.R. Chamberlain, A.E. Goudriaan, D.J. Stein, L.J.M.J. Vanderschuren, C.M. Gillan, M.N. Potenza, New developments in human neurocognition: clinical, genetic, and brain imaging correlates of impulsivity and compulsivity, *CNS Spectr.* 19 (2014) 69–89.
- [5] C. Stahl, F. A. Voss, M. Schmitz, O. Nuszbaum, K. Tuscher, K. Lieb, C. Klauer, Behavioral components of impulsivity, *J. Exp. Psychol.* 143 (2013) 850–860.
- [6] K. Stautz, A. Cooper, impulsivity-related personality traits and adolescent alcohol use: a meta-analytic review, *Clin. Psychol. Rev.* 33 (2013) 574–592.
- [7] K.M. Knutson, O. Dal Monte, S. Schintu, E.M. Wassermann, V. Raymond, J. Grafman, F. Krueger, Areas of brain damage underlying increased reports of behavioral disinhibition, *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 27 (2015) 193–198.
- [8] K. Matsuo, M. Nicoletti, K. Nemoto, J.P. Hatch, M.M. Peluso, F.G. Nery, J.C. Soares, A voxel-based morphometry study of frontal gray matter correlates of impulsivity, *Hum. Brain Mapp.* 30 (2009) 1188–1195.
- [9] V. Kumari, I. Barkataki, S. Goswami, S. Flora, M. Das, P. Taylor, Dysfunctional but not functional, impulsivity is associated with a history of seriously violent behaviour and reduced orbitofrontal and hippocampal volumes in schizophrenia, *Psychiatry Res. Neuroimaging* 173 (2009) 39–44.
- [10] A.D. Boes, A. Bechara, D. Tranel, S.W. Anderson, L. Richman, P. Nopoulos, Right ventromedial prefrontal cortex: a neuroanatomical correlate of impulse control in boys, *SCAN* 4 (2009) 1–9.
- [11] C. Schilling, S. Kühn, A. Romanowski, F. Schubert, N. Kathmann, J. Gallinat, Cortical thickness correlates with impulsiveness in healthy adults, *Neuroimage* 59 (2012) 824–830.
- [12] P.C. Tu, Y.H. Kuan, C.T. Li, T.P. Su, Structural correlates of trait impulsivity in patients with bipolar disorder and healthy controls: a surface-based morphometry study, *Psychol. Med.* 47 (2017) 1292–1299.
- [13] S. Cho, G. Pellicchia, K. Aminian, N. Ray, B. Segura, I. Obeso, A. Strafella, Morphometric correlation of impulsivity in medial prefrontal cortex, *Brain Topogr.* 26 (2013) 479–487.
- [14] S. Gardini, C.R. Cloninger, A. Venneri, Individual differences in personality traits reflect structural variance in specific brain regions, *Brain Res. Bull.* 79 (2009) 265–270.
- [15] C. Schilling, S. Kühn, A. Romanowski, T. Banaschewski, A. Barbot, G.J. Barker, R. Brühl, Common structural correlates of trait impulsiveness and perceptual reasoning in adolescence, *Hum. Brain Mapp.* 34 (2013) 374–383.
- [16] E.S. Monkul, J.P. Hatch, M.A. Nicoletti, S. Spence, P. Brambilla, A.L. Lacerda, R.B. Sassi, A.G. Mallinger, M.S. Keshavan, J.C. Soares, Fronto-limbic brain

- structures in suicidal and non-suicidal female patients with major depressive disorder, *Mol. Psychiatry* 12 (2007) 360–366.
- [17] D.L. Schwartz, A.D. Mitchell, D.L. Lahna, H.S. Lubner, M.S. Huckans, S.H. Mitchell, W.F. Hoffman, Global and local morphometric differences in recently abstinent methamphetamine-dependent individuals, *Neuroimage* 50 (2010) 1392–1401.
- [18] V. McDonald, K.K. Hauner, A. Chau, F. Krueger, J. Grafman, Networks underlying trait impulsivity: evidence from voxel-based lesion-symptom mapping, *Hum. Brain Mapp.* 665 (2016) 656–665.
- [19] J.H. Patton, M.S. Stanford, E.S. Barratt, Factor structure of the Barratt impulsiveness scale, *J. Clin. Psychol.* 5 (1995) 768–774.
- [20] D. Guerrero, C. Gabarre-Armengol, J.B. Navarro, J. Gabarre-Mir, Impulsivity and its Association with the Slant of the Forehead, *Int. J. Morphol.* 34 (2016) 990–996.
- [21] J. David Guerrero-Apolo, J. Blas Navarro-Pastor, A. Bulbena-Villarasa, J. Gabarre-Mir, The slant of the forehead as a craniofacial feature of impulsiveness, *Rev. Bras. Psiquiatr.* (2018), <http://dx.doi.org/10.1590/1516-4446-2017-2339> in press.
- [22] D.V. Sheehan, Y. Lecrubier, K.H. Sheehan, P. Amorim, J. Janavs, E. Weiller, T. Hergueta, R. Baker, G.C. Dunbar, The Mini-International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I.): the development and validation of a structured diagnostic psychiatric interview for DSM-IV and ICD-10, *J. Clin. Psychiatry* 59 (1998) 22–33.
- [23] M.A. Oquendo, E. Baca-Garcia, R. Graver, M. Morales, V. Montalvan, J.J. Mann, Spanish adaptation of the barratt impulsiveness scale (BIS-11), *Eur. J. Psychiatry* 15 (2001) 147–155.
- [24] C.F. Moorrees, Natural head position—a revival, *AJO-DO* 105 (1994) 512–513.
- [25] L.G. Farkas, Examination, in: L.G. Farkas (Ed.), *Anthropometry of the Head and Face*, Raven Press, New York, 1994, pp. 3–56.
- [26] B. Fischl, *FreeSurfer*, *Neuroimage* 62 (2012) 774–781.
- [27] R.S. Desikan, F. Segonne, B. Fischl, B.T. Quinn, B.C. Dickerson, D. Blacker, R.L. Buckner, A.M. Dale, R.P. Maguire, B.T. Hyman, M.S. Albert, R.J. Killiany, An automated labeling system for subdividing the human cerebral cortex on MRI scans into gyral based regions of interest, *Neuroimage* 3 (2006) 968–980.
- [28] R.A. Armstrong, When to use the Bonferroni correction, *Ophthalmic. Physiol. Opt.* 34 (2014) 502–508.
- [29] A. Bechara, Decision making, impulse control and loss of will power to resist drugs: a neurocognitive perspective, *Nat. Neurosci.* 8 (2005) 1458–1463.
- [30] L.C. Hanford, A. Nazarov, G.B. Hall, C. Sassi, Cortical thickness in bipolar disorder: a systematic review, *Bipolar Disord.* 18 (2016) 4–18.
- [31] D. Hirjak, A.K. Thomann, K.M. Kubera, R.C. Wolf, H. Jeung, K.H. Maier-Hein, P.A. Thomann, Cortical folding patterns are associated with impulsivity in healthy young adults, *Brain Imaging Behav.* 1 (2016) 112.
- [32] P.A. Thomann, D. Hirjak, K.M. Kubera, B. Stieltjes, R.C. Wolf, Neural network activity and neurological soft signs in healthy adults, *Behav. Brain Res.* 278 (2015) 514–519.
- [33] P. Van Schuerbeek, C. Baeken, R. De Raedt, J. De Mey, R. Luybaert, Individual differences in local gray and white matter volumes reflect differences in temperament and character: a voxel-based morphometry study in healthy young females, *Brain Res.* 1371 (2011) 32–42.
- [34] C. Sauvage, P. Jissendi, S. Seignan, M. Manto, C. Habas, Brain areas involved in the control of speed during a motor sequence of the foot: real movement versus mental imagery, *J. Neuroradiol.* 40 (2013) 267–280.
- [35] Y. Ma, H. Hu, A. Agmon, Short-term plasticity of unitary inhibitory-to-inhibitory synapses depends on the presynaptic interneuron subtype, *J. Neurosci.* 32 (2012) 983–988.
- [36] C.S. Li, C. Huang, R.T. Constable, R. Sinha, Imaging response inhibition in a stop-signal task: neural correlates independent of signal monitoring and post-response processing, *J. Neurosci.* 26 (2006) 186–192.
- [37] J.S. Ide, H.C. Tung, C.T. Yang, Y.C. Tseng, C.S.R. Li, Barratt impulsivity in healthy adults is associated with higher gray matter concentration in the parietal occipital cortex that represents peripheral visual field, *Front. Hum. Neurosci.* 11 (2017) 222.
- [38] R. Whelan, P.J. Conrod, J.B. Poline, A. Lourdasamy, T. Banaschewski, G.J. Barker, M.A. Bellgrove, Adolescent impulsivity phenotypes characterized by distinct brain networks, *Nat. Neurosci.* 15 (2012) 920–925.
- [39] T.W. Robbins Bari, Inhibition and impulsivity: behavioral and neural basis of response control, *Prog. Neurobiol.* 108 (2013) 44–79.
- [40] T.N. Muhler, A.D. Lawrence, Brain structure correlates of emotion-based rash impulsivity, *Neuroimage* 115 (2015) 138–146.
- [41] I.K. Lyoo, M.H. Pollack, M.M. Silveri, K.H. Ahn, C.I. Diaz, J. Hwang, S.J. Kim, D.A. Yurgelun-Todd, M.J. Kaufman, P.F. Renshaw, Prefrontal and temporal gray matter density decreases in opiate dependence, *Psychopharmacology (Berl)* 184 (2006) 139–144.
- [42] L.C. Lee, T.J. Andrews, S.J. Johnson, W. Woods, A. Gouws, G.G. Green, A.W. Young, Neural responses to rigidly moving faces displaying shifts in social attention investigated with fMRI and MEG, *Neuropsychologia* 48 (2010) 477–490.
- [43] T.S. Balueva, G.V. Lebedinskaya, *Anthropological Reconstruction*, Academy of Sciences, Moscow Russian, 1991.
- [44] T. Wilbertz, L. Deserno, A. Horstmann, J. Neumann, A. Villringer, Response inhibition and its relation to multidimensional impulsivity, *Neuroimage* 103 (2014) 241–248.
- [45] A. Fornito, M. Yucel, B. Dean, S.J. Wood, C. Pantelis, Anatomical abnormalities of the anterior cingulate cortex in schizophrenia: bridging the gap between neuroimaging and neuropathology, *Schizophr. Bull.* 35 (2009) 973–993.
- [46] F.A. Klauschen, V. Goldman, A. Barra, A. Meyer-Lindenberg, A. Lundervold, Evaluation of automated brain MR image segmentation and volumetry methods, *Hum. Brain Mapp.* 30 (2009) 1310–1327.

ANEXO II. Estudio adicional

ESTUDIO 4. Correlation between impulsiveness, cortical thickness and slant of the forehead in healthy adults

Correlations between impulsiveness, cortical thickness and slant of the forehead in healthy adults

J.David Guerrero-Apolo^{1,2*}, J.Blas Navarro-Pastor³, Antonio Bulbena-Vilarrasa^{1,4}, Julián Gabarre-Mir²

¹Department of Psychiatry and Legal Medicine. PhD Programme in Psychiatry. School of Medicine. Universitat Autònoma de Barcelona. Spain

²Institute of Craniofacial Psychology. Barcelona. Spain

³Department of Psychobiology and Methodology of the Behavioural Sciences. Universitat Autònoma de Barcelona. Spain

⁴Anxiety Unit. Institute of Neuropsychiatry and Addictions (INAD). Hospital del Mar. Universitat Autònoma de Barcelona. Spain

Correspondence: J. David Guerrero Apolo

Email: jesusdavid.guerrero@e-campus.uab.cat

Abstract

Impulsiveness is a multidimensional psychological construct with high clinical interest because it is a risk factor for several psychiatric disorders. This study was designed to investigate structural correlates of self-reported impulsiveness, measured by using the Short Scale of Impulsive Behaviour, Barratt Impulsiveness Scale, and Zuckerman Sensation Seeking Scale V. As a secondary objective and based on preliminary findings concerning the positive relationship between impulsiveness and the slant of the forehead degrees (SFD), we explore this relationship and the correlation between SFD and cortical thickness (CT) of the entire cortex. From a sample of 48 participants structural magnetic resonances, three self-reports measuring impulsiveness and SFD were obtained. The CT of the whole cortex was obtained for each participant through Freesurfer. The correlation between impulsiveness and CT and between CT and SFD were analyzed. The correlations between impulsiveness and SFD were also analyzed. Results showed significant adjusted and corrected correlations, both negative and positive, between impulsiveness and CT. Five negative associations with fronto-temporal and occipital areas were found. Of the 15 positive correlations, eight were with right anterior cingulate cortex and three with left superior frontal gyrus. Positive correlations between 14 impulsiveness scores and SFD were also found. In conclusion, the CT in prefrontal and temporal areas are crucial for self-reported impulsiveness in healthy adults. Furthermore, SFD could influence the CT of regions involved on impulsiveness. Finally, we suggest that a higher SFD higher self-reported impulsiveness in healthy adults.

Introduction

Impulsiveness can be defined as “predisposition toward rapid, unplanned reactions to internal or external stimuli without regard to the negative consequences of these reactions” (Moeller et al., 2001). Presently, it is regarded as a multidimensional psychological construct (Caswell et al., 2015) included in most explanatory models of personality (Whiteside and Lynam, 2001). Impulsiveness can be easily observed in people (Barratt, 1984) and, furthermore, it holds great clinical interest since high levels constitute a risk factor for many psychiatric disorder (Altszuler et al., 2016). Thus, it has been associated with the attention deficit hyperactivity disorder (Tajima-Pozo et al., 2015), with the borderline personality disorder (O’Neill et al., 2013), antisocial behaviour (Maneiro et al., 2017), substance abuse (Gullo et al., 2014), bipolar disorder (Ozten et al., 2015) or addiction to online gambling (Du et al., 2016). Therefore, a key question, which has yet to be clarified, is to define which neurobiological factors are implied in impulsiveness (Fineberg et al., 2014). However, the prefrontal cortex seems to be the most involved area in the inhibitory control of the conduct and the one that generates more evidence up to now (Knutson et al., 2015).

In healthy people, negative associations, by using Voxel Based Morphometry (VBM), have been found among impulsiveness and the gray matter volume (GMV) of the bilateral orbitofrontal cortex (Matsuo et al., 2009; Kumari et al., 2009), the left anterior cingulate cortex (Matsuo et al., 2009) and the left orbitofrontal cortex (Schilling et al., 2013b). In contrast, some positive associations have also been found in frontal and posterior cingulate regions (Cho et al., 2013; Gardini et al., 2009). Thus, a measurement which has gained a growing scientific interest in the last decade consists of evaluating the

cortical thickness (CT) by surface-based morphometry (SBM), thus showing a major sensibility with respect to VBM (Choi et al., 2008). In this guise, research through SBM has also shown some variations in the CT in prefrontal regions in more impulsive subjects. In a systematic review of CT in people diagnosed with a bipolar disorder, a strong decrease of prefrontal areas was observed (Hanford et al., 2016). Likewise, in adult patients diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder, a lower CT was found in the dorsolateral prefrontal cortex, the orbitofrontal prefrontal cortex and the anterior cingulate cortex (Makris et al., 2006). Previous studies also found that healthy subjects with higher scores in self-informed impulsiveness was associated with a lower CT in the superior frontal gyrus, the medial frontal cortex and the orbit frontal prefrontal cortex (Kumari et al., 2009; Schilling et al., 2012; Schilling et al., 2013a). And more recently, it has been found, by using SBM, that higher impulsiveness traits were associated with a thinner cortex in the left superior, middle and inferior frontal cortex (Tu et al., 2017).

In short, the above-mentioned data suggest that morphological variations in prefrontal regions play a fundamental role in impulsiveness, both in healthy and clinical subjects. Despite this, impulsiveness seems not to be solely under the control of the prefrontal cortex (Braquehais et al., 2010), since temporal regions are also implied (Hanford et al., 2016; Lyoo et al., 2006).

Thus, our main objective is to identify structural correlates of impulsiveness in healthy subjects by exploring the CT of the entire cortex through SBM (<http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu>). As a secondary objective and based on preliminary findings concerning the positive association between impulsiveness and the slant of the forehead (Guerrero et al., 2016; Guerrero et al., in press) we were encouraged to explore

the relationship between the slant of the forehead degree (SFD) and the CT of the entire cortex, an aspect that is yet to be studied.

Material and methods

Participants

Two advertisements were placed in training centers and libraries of Barcelona city (Spain) in order to recruit our sample. All the subjects were right-handed. The volunteers were screened by a short private clinic interview using Mini-International Neuropsychiatric Interview (Sheehan et al., 1998). Those with hyperactivity and attention deficit-related symptoms or a psychiatric background in first-degree relatives in a self-informed manner were excluded. In total, nine volunteers were left out of the research. The final sample consisted of 48 volunteers. (66.7% male) with an age mean of 36.2 years-old (SD = 9.9). Their academic level was elementary in 7 subjects (14.6%), intermediate in 16 subjects (33.3%) and high in 25 subjects (52.1%). Participants completed three self-reports and after that they went on to take a profile picture, whose method will be further detailed later. Finally, an appointment was made for magnetic resonance. The study was approved by the local ethics committee of the Universitat Autònoma of Barcelona (UAB). Each participant signed an informed before entering the study and agreed on the use of data for research purposes.

Impulsiveness measurements

Towards a major representative construct, three self-reports have been used which add up to 15 different scores.

The short scale of impulsive behaviour (UPPS-P) (Whiteside and Lynam, 2001), The Spanish version of the UPPS-P (Cándido et al., 2012) also measures five dimensions of impulsiveness: negative and positive urgency, lack of premeditation, lack of perseverance and sensation seeking. The UPPS-P contains 20 items scored by a four-point Likert-type scale, where 1 means fully agree, 2 partially agree, 3 partially disagree and 4 totally disagree; higher scores thus reflect more impulsiveness.

The Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11) (Patton et al., 1995). The Spanish version of the BIS-11 (Oquendo et al., 2011) also measures impulsiveness as a personality trait. It has three sub-scales: attentional impulsiveness, motor impulsiveness, and non-planning impulsiveness. It has 30 items scored in a Likert-type scale ranging from 0 (rarely or never), 1 (occasionally), 3 (often) to 4 (always or almost always). Higher scores reflecting more impulsiveness.

The Zuckerman Sensation Seeking Scale V or SSS-V (Zuckerman et al.1978) has been adapted to Spanish by Pérez and Torrubia (1986). It has 40 items and provides total scorings as well as four 10-item factors each: thrill and adventure seeking (TAS), experience seeking (ES), disinhibition (DIS) and boredom susceptibility (BS). The choice was compulsory for one of the two alternatives, true or false. True answers scored one point.

Measurement of the slant forehead degrees

Firstly, the profile photographs were taken by a digital reflex Canon camera model EOS 1100 D EF-S 18-55. In order to avoid any optical distortions, the participants

remained seated on a chair previously fixed to the floor by the researcher. To that end, they were trained to slant their heads upwards and downwards, until they felt relaxed and adopted a natural head position (NHP). NHP is defined as an innate, physiological and reproducible position achieved when a person is in a relaxed position, sitting or standing, looking at the horizon or at an external reference point (mirror, a point on the wall, etc.) at the same eye level (Moorrees, 1994). Therefore, the edge of the photograph was regarded as the true vertical (TV) and as a reference in the measurement of the SFD.

The digital photographs were printed in black and white in format DIN-A4 and in vertical position.

The degrees of the angle of the forehead inclination were measured by a semicircular protractor brand Staedtler 568 with a 10cm ruler. Two anthropometric points of reference were taken from the methodology created by Farkas (1994): triquion (TR) or the point in the middle line of the forehead, which is placed in the hairline, and glabella (G) or the point of the most prominent middle line between both eyelashes.

The vertex of the angle was fixed on the glabella, from which two lines were drawn. Line 1 was vertically drawn, parallel to the edge of the photograph TV and was set as 0° . Line 2 was drawn from the G to the TR. The SFD was measured as the angle, in degrees, formed by the line that goes from the G to the TR (see Figure 1a).

Each participant was independently measured by three experts in craniofacial morphology. The agreement reached between them was high with intraclass correlation coefficient $CCI = 0.99$. Therefore, the average of the SFD was used in the analyses.

Magnetic Resonance imaging acquisition

Magnetic resonance imaging scans were obtained using 1.5 T (GE BRIVO). High-resolution 3D-FSPGR images, powered in T_1 , were taken for each participant. The acquisition parameters were the following: TE= minimum; TI= 300 ms; Flip Angle= 20°; 130 adjacent axial sections; mould 256 x 256, 25 cm FoV; Slice Thickness = 1.2 mm; Receiver Bandwidth 15.63 Khz.

Structural MRI data preprocessing

Data was analyzed using Freesurfer 5.3.0 (<http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu>). Freesurfer provides automated algorithms for the volumetric segmentation of subcortical structures and estimation of CT (Fischl and Dale, 2000). CT is calculated as the closest distance from the gray/white boundary to the gray / cerebrospinal fluid boundary at each vertex on the tessellated surface (Fischl and Dale, 2000) and to the regional GMV generated using this procedure have shown a high correspondence with manually traced volumes (Fischl et al., 2004). All the specifications about FreeSurfer parcellations, including reliability, validity and anatomic limits, are described in Desikan et al. (2006). The images were visually inspected so as to detect structural artifacts and abnormalities and none of the segmentations were corrected.

Statistical analysis

To analyze the association between impulsiveness measures and CT and previous verification of linearity, partial Pearson correlation coefficient was calculated. The adjustment terms considered were academic level and age. The ICC was calculated for interobserver agreement.

Data was analyzed with Stata 14. Type I error was set at the usual 0.05 level. With the aim of not hiding possible relevant associations, no correction of the Type I error was applied to results presented in the tables. Nevertheless, the false discovery rate (FDR) (Benjamini and Hochberg, 1995) was applied to know what statistics would hold some significance after correction.

The application of FDR instead a more traditional and conservative approach to control type I error, as Bonferroni correction, was due to the initial great number of correlations calculated (1088, resulting from 34 cortical left plus 34 cortical right measures, each one correlated with 15 impulsiveness measures plus one SFD measure). In this situation an extreme control of the proportion of wrongly rejected null hypotheses would lead to reject any significant result and possibly hiding real relationships between measures [41].

Notice that the FDR applied consisted in considering significant after correction those p values lower than its corresponding Benjamini-Hochberg critical value. This correction could lead to consider non-significant p values lower than previous p values considered as significant. This occurs, for example, at results presented in S2b Fig. where p values of .036 and .035 were significant after FDR because they were inferior to the corresponding Benjamini-Hochberg critical value (.050 and .042 respectively), but the p

value of .032 was not significant after FDR because was higher than the corresponding critical value of .025.

Results

Table 1 shows a description of the impulsiveness measures and the SFD. Impulsiveness measures obtained with UPPS-P and Zuckerman showed the most extreme scores, with observed minimum and maximum values matching or close to the theoretically possible. Scores of BIS-11 were less extreme.

Correlations between impulsiveness measures and cortical thickness

Table 2 shows statistically significant negative adjusted correlations between impulsiveness and CT, and Table 3 show the positives one. Figure 1b presents the significant cerebral regions. There were six negatives (three in left and three in right hemisphere) and fifteen positives (six in left and nine in right hemisphere) results. Four out of the six negatives corresponded to SSS-V boredom susceptibility. From the 15 positives eight were with the Caudal anterior cingulate cortex (all in right hemisphere) and three were with Superior frontal gyrus (all in left hemisphere). After FDR correction, 19 of 21 significant correlations held significant.

Correlations between slant of the forehead degree and cortical thickness

Figure 2a graphically and Figure 2b numerically present adjusted correlations between CT and SFD. Six positive associations were found statistically significant, half

of them continued significant after FDR correction. The six correlations were very similar with values slightly above 0.30.

Correlations between slant of the forehead degree and impulsiveness

Table 4 presents statistically significant adjusted correlations between the impulsiveness measures obtained with the three questionnaires and the SFD. Statistical significance was obtained for fourteen out of the fifteen correlations calculated. All significant correlations were positive, ranging from values $r = .336$ (UPPS-P Lack of perseverance) to $r = .607$ (UPPS-P Sensation seeking). After FDR correction none of the fourteen correlations lost statistical significance.

Discussion

In this exploratory study, we have found some significant correlations between the self-informed impulsiveness and the cortical thickness in the prefrontal and temporal regions in healthy subjects. These findings are consistent with the growing evidence of the influence of frontotemporal variations on impulsiveness. Furthermore, it is the first study which finds a positive correlation between the slant of the forehead degree and the cortical thickness in prefrontal regions.

Likewise, we sought to obtain a higher self-informed representativeness of impulsiveness, which account for the 15 analyzed scores. In the exploration of the CT and its association with the UPPS-P model, we have found significant correlations in four scorings. With respect to the negative ones, only the factor lack of premeditation has correlated with the right pericalcarine cortex. There exists scant evidence of the

pericalcarine cortex on impulsiveness, although some negative correlations have been found between the CT and the local gyrification index (LGI), in the factors sensation seeking and attention impulsiveness (BIS) respectively (Holmes et al., 2016; Hirjak, et al., 2016). And despite the fact that the UPPS-P structural correlations are hardly known, this finding backs up former studies on significant morphological variations in the right pericalcarine cortex in terms of the presence of impulsive traits. However, we must point out that lack of premeditation has not been able to stand a statistical significance correction (FDR, $p < 0.05$).

In the UPPS-P questionnaire the positive correlations found must be highlighted. In concrete, the total scorings and the factors such as positive urgency, sensation seeking, lack of premeditation and lack of perseverance, have correlated with the CT in the right caudal anterior cingulate cortex and, except positive urgency, all the above-mentioned factors have stood a FDR correction. These findings are in unison with previous studies which, by using VBM, also found positive correlations between impulsiveness factors and GMV in right superior and middle frontal cortex, medial prefrontal cortex and posterior and anterior cingulate regions (Gardini et al., 2009; Cho et al., 2013). In the standard FreeSurfer atlas (Desikan et al., 2006), the caudal anterior cingulate cortex is part of the anterior cingulate cortex, whose region establishes significant associations between impulsive traits and morphological variations (Gardini et al., 2009; Matsuo et al., 2009; Thomann et al., 2015). Furthermore, the cingulate cortex has been associated with the control of impulses, novelty seeking, persistence and impulsive behaviour (Bechara, 2005; Gardini et al., 2009). Thus, this finding may suggest that an increase in the CT of the right caudal anterior cingulate cortex exerts an influence

on the impulsiveness assessed with the UPPS-P model and, consequently, one might think of a consistent neuro-anatomical correlate found for this model.

On the other hand, the sensation seeking factor has also positively correlated with the left caudal middle frontal cortex. This region seems to be involved with the cognitive control (Goghari and MacDonald, 2008) and the inhibition of impulsive decisions (Essex et al., 2012). Under this guise, it is surprising that the left caudal middle frontal cortex has solely correlated with the sensation seeking factor out of the 15 scorings analyzed. This seems to suggest a modest influence of the CT of the middle frontal cortex on the impulsive traits depicted in this study. However, with a different self-report and contrary to this finding, a negative association (Holmes et al., 2016) has been observed, which leads us to be very cautious about drawing conclusions. Furthermore, although the UPPS-P model is made up by four very different traits (Sharma et al. 2013) our exploration shows consistent evidence on a common neuroanatomical structure (right caudal anterior cingulate cortex) in five out of the six scorings of the model analyzed.

Unlike previous literature (Boes et al., 2009; Matsuo et al., 2009; Schilling et al., 2012; Tu et al., 2017) we were surprised because not finding any negative associations between the CT cortex and BIS. Our results, however, show positive correlations (after FDR correction for all the scorings) in influencing areas in the inhibitory control of the impulsive conduct (superior frontal gyrus and caudal anterior cingulate cortex). This is consistent with previous literature where the same association was found in prefrontal (Gardini et al., 2009; Cho et al., 2013; Du et al., 2016) and temporal (Schilling et al., 2012) areas. However, the heterogeneity derived from the results in the previous literature makes it difficult to draw some conclusions over the relationship between the variability

in the CT of prefrontal areas and the BIS. Despite that, our results in BIS seem to back up the evidence, independently from the increase or decrease of the CT, of the nuclear role of the prefrontal and temporal structures. In concrete, the correlation between the BIS total score with right caudal anterior cingulate cortex and left superior frontal gyrus contrasts with the negative association found in left superior frontal gyrus (Tu et al., 2017), which suggests, along with our findings, that variations in the left superior frontal gyrus influence on the impulsiveness assessed with BIS total score. Another scoring, attention impulsiveness, not only correlates with the left superior frontal gyrus, but also with the bilateral precentral cortex, where region seems to be implied in the inhibitory control (Ma et al., 2012). This observation concerning the precentral cortex is consistent with previous studies, where positive associations with the impulsiveness in an adolescent sample were found by using VBM (Schilling et al., 2013b). On top of that, the same association was found in the LGI in precentral and postcentral regions (Hirjak et al., 2016). Another factor that has correlated with the left superior frontal gyrus has been motor impulsiveness. This finding is contrary to previous observations (Matsuo et al., 2009; Schilling et al., 2012).

However, even though our sample is comparable to previous studies, the factorial structure of the BIS-11 has been troublesome and the results derived from this self-report must be cautiously interpreted (Reid et al., 2013). However, our findings in BIS show that variations in CT, in the left superior frontal gyrus, can become an influencing structural correlation. Furthermore, the only scoring that has not correlated with the superior frontal gyrus has been non-planning impulsiveness, whose observation is consistent with a previous study (Schilling et al. 2012). However, this factor has indeed correlated with the right caudal anterior cingulate cortex, where positive correlations have

been found by using VBM (Cho et al., 2013; Gardini et al., 2009) as well as some variations in the LGI of frontal areas (Hirjak et al., 2016). This seems to indicate that regions of the cingulate cortex also exert their influence on non-planning impulsiveness.

Our latest self-report analyzed (SSS-V) showed four negative and one positive correlations, all of them in different brain regions (corrected results), which confirmed the higher number of negative correlations found in the three self-reports analyzed.

With respect to the negative correlations, we have found a correlation between the ES and the CT in the left rostral anterior cingulate cortex. This finding can be expected given the influence of the cingulate cortex on impulsiveness traits (Gardini et al., 2009; Matsuo et al., 2009). What we found in the factor BS appears to be more shocking since it has correlated with four brain regions (right isthmus cingulate cortex, right temporal pole, left temporal pole and left inferior temporal gyrus). What is more, this factor showed no correlations with the other three factors that make up SSS-V (Zuckerman et al., 1978). Together with our finding, that suggests that BS may be an independent factor where reductions in the CT of temporal and posterior regions of the cingulate cortex could be implied in this trait. Thus, what has been found in right temporal pole, left temporal pole and left inferior temporal gyrus, support former studies on the importance of temporal regions in the manifestation of impulsive traits (Gardini et al., 2009; Hanford et al., 2016; Hirjak et al., 2016; Schilling et al., 2012; Schilling et al., 2013b), including general impulsiveness (Lyyo et al., 2006). Besides, they support the evidence that impulsiveness is not exclusively under the control of the prefrontal cortex (Braquehais et al., 2010).

On the other side, the factor TAS is regarded as a non-impulsive way of seeking sensations (Zuckerman, 1983). Oddly enough, TAS has not correlated with any brain

structures in our study. This finding can support Zuckerman's TAS and back up the idea of the uses of the factors ES and BS as an equivalent measurement for impulsiveness. However, although the sensation seeking trait and impulsiveness have distinct developmental trajectories (Steinberg et al., 2008), they can share a common neuroanatomical structure as well as underlie a same neurobiology (Holmes et al., 2016). Therefore, considering the influence exerted by impulsiveness on the sensation seeking trait (Eysenck and Eysenck, 1985), it would back up the use of SSS-V as an equivalent measurement to impulsiveness.

On the other hand, SSS-V total score has only correlated with right caudal anterior cingulate cortex (corrected result), which supports the evidence shown in this study concerning the influence of this region on the impulsive traits. In this sense, it is worth highlighting that right caudal anterior cingulate cortex has correlated with eight scorings, including the total scorings of the three self-reports analyzed.

With respect to our secondary objective, this is the first study that explores the SFD with the CT of the entire cortex. Our finding in the positive correlations between SFD and the CT in prefrontal regions (see figure 2) may turn out to be surprising if taken into account the growing scientific evidence of the influence of these regions on the self-reported impulsiveness. Furthermore, the measurement SFD has not correlated significantly with posterior regions of the brain. For this reason, one might be led to think of the influence of SFD on the underlying CT. However, the complexity to discuss these findings is obvious and more studies are yet to be carried out in order to draw consistent conclusions. That is why this observation must be cautiously considered. Despite that, it seems that the frontal lobes influence the shape of the forehead and a higher development

in the frontal protuberance (bulky superciliaries) result a higher slant (Balueva and Lebedinskaya, 1991). Likewise, subjects with a higher development of the superciliar structure seem to report a higher obstinacy in their behaviour (Han and Park, 2014). This observation is consistent with Pujol et al. (2011), where it was found that more compulsive subjects, a priori more impulsive (Voltas-Moreso et al., 2013) presented a lengthening pattern in the space of the cerebral-spinal fluid of the frontal operculum which correlated positively with the frontal protuberance (superciliary arches). Together with our finding, it is necessary to point out that former studies hint that recent advances in the comprehension of the human brain by means of entities closely bound, such as the face, may facilitate direct information about the brain (Sisodiya et al., 2008) or that the face, the craniofacial skeleton and the central nervous system have an interconnected development (Kjaer, 1995).

Some limitations to our study must be duly considered. Firstly, neither the consumption of tobacco nor other substances have been controlled. In this regard, a factor that is strongly associated to externalization or disinhibitory disorders (alcohol dependence, drug taking or behaviour disorders) is negative urgency of the model UPPS-P (Settles et al., 2012), where no correlation was found. This may put forward the scarce influence of this trait on our sample.

Secondly, the size of the sample was modest, which limits the generalization of our results. However, the number of participants is similar to comparable former studies (Kumari et al., 2009; Sshilling et al., 2012). Thirdly, our study has focused on subjective impulsiveness measurements and, despite being described as an efficient method (Mathias et al., 2008), it would be convenient to replicate or refute our findings with

objective measurements since there exists the evidence of the invalid correlation between objective measurements and GMV in frontal areas (Tschernegg et al., 2015). That is why we must be cautious and limit our findings to the instruments used rather than to impulsiveness broadly speaking.

Finally, despite the existence of individual differences in the profile view of the slant of the forehead (Adams et al., 2013; Oh et al., 2016; Guerrero et al., 2016; Guerrero et al., in press), an aspect that can trigger some controversy is the anthropometric measurement SFD. However, a recent study found a high level of interobserver agreement in the visual assessment of the level of the forehead slant, whose measurement obtained a high correlation with the anthropometric SFD measurement (Guerrero et al., 2016; Guerrero et al., in press). This backs up the validity of the anthropometric SFD measurement used in this study. Furthermore, in our SFD measurement the NHP has been taken into account, usually used in profile photographs in order to control the placement of the reference points in teleradiographies (Lundstrom, et al., 1995).

In conclusion, our exploration supports the growing evidence of the importance of the CT variations in frontal and temporal areas in the assessment of self-reported impulsiveness among healthy subjects. If we take into account that the underlying brain and the coating face, they are complicatedly interwoven (DeMyer, 1975), we can suggest a relationship between the slant of the forehead and the CT variations in frontal regions. However, this preliminary finding must be taken with caution and observe the results of future investigations.

Eventually, we suggest that a new line of research could be opened about the importance of SFD in the manifestation of the impulsive behavior in healthy subjects, as

well as about the relationship between SFD and structural and functional aspects of the underlying brain tissue.

Thus, this study examined the cortical thickness correlates of auto-report impulsiveness, demonstrating that prefrontal and temporal regions are crucial for impulsiveness in healthy adults. Likewise, the slant of the forehead is associated with the thickness of crucial cortical regions for impulsiveness traits.

Acknowledgements

We are really grateful to the Alomar Center and to its entire staff, to Javier González Zabaleta, CEO in Medimsight, for his professionalism. Also, our heartfelt thanks to the developer LAIMBIO, from the URJC, and to all the volunteers who participated in this study.

Table 1

Description of age, SFD and impulsiveness measures

N=48	Mean	SD	Minimum	Maximum
Age	36.19	9.90	23	57
Slant of the forehead degrees (SFD)	17.73	5.49	10	34
UPPS-P Total (20-80)	41.83	10.38	24	69
UPPS-P Negative urgency (4-16)	9.79	2.81	5	16
UPPS-P Positive urgency (4-16)	9.39	2.78	4	16
UPPS-P Sensation seeking (4-16)	9.00	2.94	4	16
UPPS-P Lack of premeditation (4-16)	7.22	2.41	4	15
UPPS-P Lack of perseverance (4-16)	6.41	2.43	4	16
BIS11 Total (0-120)	44.35	15.62	21	91
BIS11 Attention impulsiveness (0-32)	13.77	4.55	6	27
BIS11 Motor impulsiveness (0-40)	14.75	6.50	3	32
BIS11 Non-planning impulsiveness (0-48)	15.83	7.04	1	34
SSS-V Total (0-40)	20.22	7.05	5	32
SSS-V Thrill and adventure seeking (0-10)	5.45	3.08	0	10
SSS-V Excitation seeking (0-10)	6.35	2.12	2	10
SSS-V Disinhibition (0-10)	4.25	2.20	0	9
SSS-V Boredom susceptibility (0-10)	4.16	2.01	1	8

Between brackets range of possible values.

Table 2

Statistically significant negative correlations between cortical thickness and impulsiveness measures

	Rostral anterior cingulate cortex	Isthmus cingulate cortex	Pericalcarine cortex	Inferior temporal gyrus	Temporal pole
UPPS-P			Right		
Lack of premeditation			-0.310		
			0.036		

SSS-V	Left				
Excitation seeking	-0.369				
	0.012*				

SSS-V		Right		Left	Left
Boredom		-0.321		-0.338	Right
susceptibility		0.030*		0.022*	-0.400
					0.411
					0.006*
					0.005*

In each cell: hemisphere, Pearson correlation (adjusted by academic level and age), uncorrected *p* value. *Significant after FDR correction.

Table 3. Statistically significant positive correlations between cortical thickness and impulsiveness measures

	Caudal anterior cingulate cortex	Caudal middle frontal gyrus	Precentral gyrus	Superior frontal gyrus	Transverse temporal cortex
UPPS-P Total	Right 0.041 0.004*				
UPPS-P Positive urgency	Right 0.308 0.037				
UPPS-P Sensation seeking	Right 0.499 <0.0005*	Left 0.371 0.011*			
UPPS-P Lack of premeditation	Right 0.380 0.009*				Left 0.292 0.049*
UPPS-P Lack of perseverance	Right 0.319 0.031*				
BIS11 Total	Right 0.327 0.026*			Left 0.345 0.019*	
BIS11 Attention impulsiveness			Left 0.361 0.017*	Right 0.302 0.041*	Left 0.402 0.006*
BIS11 Motor impulsiveness					Left 0.298 0.044*
BIS11 Non- planning impulsiveness	Right 0.357 0.015*				
SSS-V Total	Right 0.300 0.043*				

In each cell: hemisphere, Pearson correlation (adjusted by academic level and age), uncorrected *p* value.

*Significant after FDR correction.

Table 4. Statistically significant positive correlations between impulsiveness measures and slant of the forehead degrees

	Slant of the forehead degrees
UPPS-P Total	.534 <.0005*
UPPS-P Positive urgency	.407 .005*
UPPS-P Sensation seeking	.607 <.0005*
UPPS-P Lack of premeditation	.522 <.0005*
UPPS-P Lack of perseverance	.336 .023*
BIS11 Total	.528 <.0005*
BIS11 Attention impulsiveness	.556 <.0005*
BIS11 Motor impulsiveness	.453 .002*
BIS11 Non-planning impulsiveness	.392 .007*
SSS-V Total	.585 <.0005*
SSS-V Thrill and adventure seeking	.395 .007*
SSS-V Excitation seeking	.425 .003*
SSS-V Disinhibition	.502 <.0005*
SSS-V Boredom susceptibility	.408 .005*

In each cell: Pearson correlation (adjusted by academic level and age), uncorrected p value.

*Significant after FDR correction.

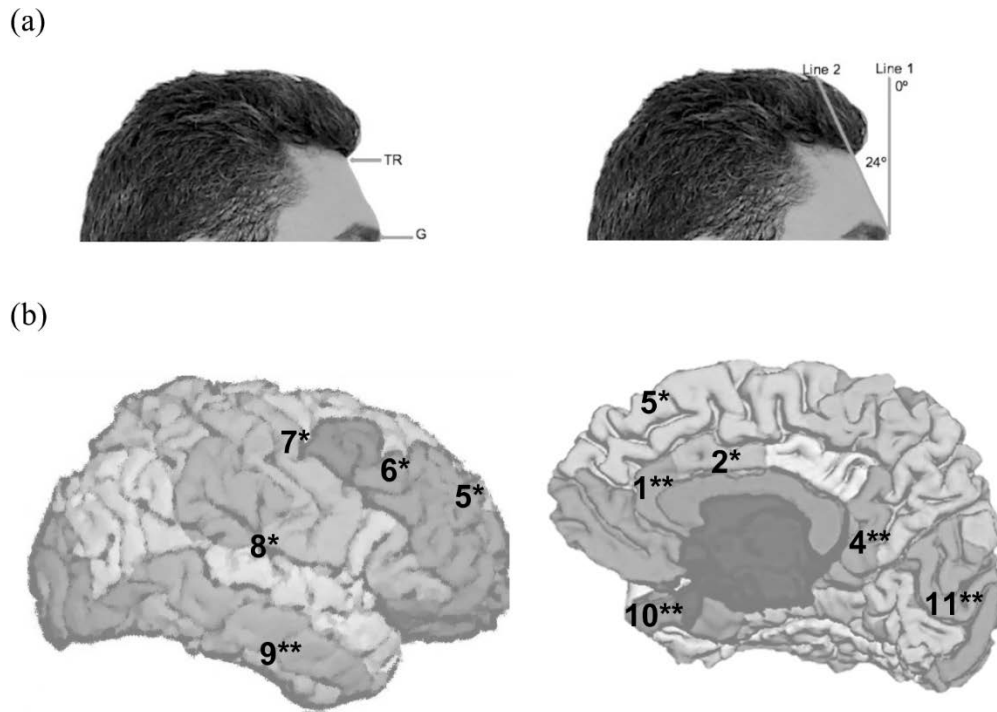
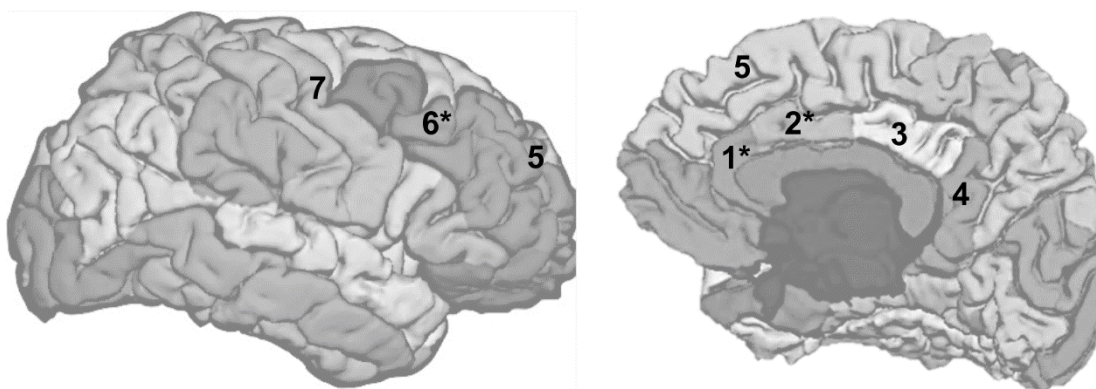


Figure 1. (a) Measurement of the angle of the forehead slant. TR: triquion; G: glabella. (b) Statistically significant correlations between impulsiveness and cortical thickness in regions based on the parcellation system of Desikan et al. (2009): 1. Rostral anterior cingulate cortex; 2. Caudal anterior cingulate cortex; 4. Isthmus cingulate cortex; 5. Superior frontal gyrus; 6. Caudal middle frontal gyrus; 7. Precentral gyrus; 8. Transverse temporal cortex; 9. Inferior temporal gyrus; 10. Bilateral temporal pole; 11. Pericalcarine cortex. *positive correlations. **negative correlations.

(a)



(b)

	r^1	Uncorrected p
Right caudal anterior cingulate cortex	.305	.035*
Right cingulate cortex	.310	.032
Right anterior cingulate cortex	.304	.035*
Right medial prefrontal cortex	.314	.030
Left caudal middle frontal gyrus	.304	.036*
Left motor cortex	.357	.013

Figure 2. (a) Statistically significant positive correlation between cortical thickness and the slant forehead degrees in regions based on the parcellation system of Desikan et al. (2009): Freesurfer gyral labels: Cingulate cortex (1. Rostral anterior cingulate cortex, 2. Caudal anterior cingulate cortex, 3. Posterior and 4. Isthmus cingulate cortex); Anterior cingulate cortex (1. Rostral anterior cingulate and 2. Caudal anterior cingulate cortex); Medial prefrontal cortex (1. Rostral anterior cingulate cortex 2. Caudal anterior cingulate cortex, and 5. Superior fronta gyrus); Motor cortex (6. Caudal middle frontal gyrus and 7. Precentral gyrus). (b) Correlation between cortical thickness and the slant forehead degrees. ¹: Pearson correlation adjusted by academic level and age. *Significant after FDR correction.

References

- Altszuler, A.R., Page, T.F., Gnagy, E.M. Coxe, S., Arrieta, A., Molina, B.S., and Pelham, W.E. (2016). Financial Dependence of Young Adults with Childhood ADHD *J Abnorm Child Psychol.* 44, 1217-1229. doi: 10.1007/s10802-015-0093-9
- Balueva, T.S., and Lebedinskaya, G.V. (1991). Anthropological reconstruction. Academy of Sciences. Moscow. Russian.
- Barratt, E.S. (1994). Impulsiveness and aggression. In *Violence and Mental Disorder: Developments in Risk Assessments* (ed J. Monahan and H.J. Steadman), pp. 61–79. I. L. Chicago: University of Chicago Press.
- Bechara, A. (2005). Decision making, impulse control and loss of will power to resist drugs: a neurocognitive perspective. *Nat Neurosci.* 8, 1458–1463. DOI: 10.1038/nn1584
- Benjamini, Y., and Hochberg, Y. (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *J Royal STAT SOCB (Methodological).* 7, 289–300. doi:10.2307/2346101
- Benjamini, Y. (2010). Discovering the false discovery rate. *J Royal STAT SOCB (Methodological)* 72, 405–416.
- Bjork, J.M., Momenan, R., and Hommer, D.W. (2009). Delay Discounting Correlates with Proportional Lateral Frontal Cortex Volumes. *Biol Psychiatry.* 65, 710–713. doi: 10.1016/j.biopsych.2008.11.023
- Boes, A.D., Bechara, A., Tranel, D., Anderson, S.W., Richman, L., and Nopoulos, P. (2009). Right ventromedial prefrontal cortex: a neuroanatomical correlate of impulse control in boys, *SCAN,* 4, 1–9. DOI 10.1093/scan/nsn035
- Braquehais, M.D., Ramos-Quiroga, J.A., and Sher, L. (2010). Impulsivity: Current and future trends in pharmacological treatment. *Expert Rev Neurother.* 10, 1367–1369. DOI 10.1586/ern.10.100
- Cándido, A., Orduña, E., Perales, J., Verdejo-García, A., and Billieux, J. (2012). Validation of a short Spanish version of the UPPSP impulsive behaviour scale. *Trastornos Adictivos.* 14, 73–78. doi: 10.1016/S1575-0973(12)70048-X
- Caswell, A.J., Bond, R., Duka, T., and Morgan, M.J. (2015). Further evidence of the heterogeneous nature of impulsivity. *Perd Individ Differ.* 76, 68–74. doi: 10.1016/j.paid.2014.11.059
- Cho, S.S., Pellecchia, G., Aminian, K., Ray, N., Segura, B., Obeso, I., and Strafella, A.P. (2013). Morphometric correlation of impulsivity in medial prefrontal cortex. *Brain Topogr.* 26, 479–487. doi: 10.1007/s10548-012-0270-x

DeMyer, W. (1975). Median facial malformations and their implications for brain malformations. *Birth Defects Orig Artic Ser*, 11, 155–81.

Desikan, R.S., Segonne, F., Fischl, B., Quinn, B.T., Dickerson, B.C., Blacker, D., et al. (2006). An automated labeling system for subdividing the human cerebral cortex on MRI scans into gyral based regions of interest. *NeuroImage*. 3, 968–980. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.01.021.

Du, X., Qi, X., Yang, Y., Du, G., Gao, P., Zhang, Y., and Zhang, Q. (2016). Altered Structural Correlates of Impulsivity in Adolescents with Internet Gaming Disorder. *Front Hum Neurosci*. 10, 1–7. doi:10.3389/fnhum.2016.00004

Eysenck, H.J., and Eysenck, M.W. (1985). *Personality and individual differences: a natural science approach*. New York: Plenum Press.

Essex, B.G., Clinton, S.A., Wonderley, L.R., and Zald, D.H. (2012). The impact of the posterior parietal and dorsolateral prefrontal cortices on the optimization of long-term versus immediate value. *J Neurosci*. 32, 15403–15413. doi: 10.1523/JNEUROSCI.6106-11.2012

Farkas, L.G. (1994). *Anthropometry of the Head and Face*. Raven Press: New York.

Fineberg, N.A., Chamberlain, S.R., Goudriaan, A.E., Stein, D.J., Vanderschuren, L.J.M.J., Gillan, C.M., et al. (2014). New developments in human neurocognition: clinical, genetic, and brain imaging correlates of impulsivity and compulsivity. *CNS SPECTRUMS*. 19, 69–89. doi:10.1017/S1092852913000801.

Fischl, B., and Dale, A.M. (2000). Measuring the thickness of the human cerebral cortex from magnetic resonance images. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 97, 11050–11055. doi:10.1073/pnas.200033797

Fischl, B., van der Kouwe, A., Destrieux, C., Halgren, E., Segonne, F., Salat, D.H., et al. (2004). Automatically parcellating the human cerebral cortex. *Cereb cortex*. 14, 11–22. doi:10.1093/cercor/bhg087

Goghari, V.M. and MacDonald, A.W. (2008). Effects of varying the experimental design of a cognitive control paradigm on behavioral and functional imaging outcome measures. *J Cognitive Neurosci*. 20, 20–35. doi:10.1162/jocn.2008.20007

Guerrero, D., Gabarre-Armengol, C., Blas-Navarro, J., and Gabarre-Mir, J. (2016). Impulsivity and its Association with the Slant of the Forehead. *Int J of Morphol*. 34, 990–996. doi:10.4067/S0717-95022016000300029

Guerrero-Apolo J.D., Blas-Navarro J.B., Bulbena-Vilarrasa A., and Julián Gabarre-Mir (in press) The slant of the forehead as a craniofacial feature of impulsiveness. *Rev Bras Psiquiatr*. doi: 10.1590/1516-4446-2017-2339

- Gullo, M.J., Loxton, N.J., Dawe, S. (2014). Impulsivity: Four ways five factors are not basic to addiction. *Addict Behav.* 39, 1547–1556. doi:10.1016/j.addbeh.2014.01.002
- Han, D.S. and Park, J.H. (2014) Aesthetic Correction of a Protrusive Forehead through Repositioning of the Anterior Wall of the Frontal Sinus. *Arch Craniofacial Surg*, 129–132. doi:10.7181/acfs.2014.15.3.129
- Hanford, L.C., Nazarov, A., Hall, G.B., and Sassi, R.B. (2016). Cortical thickness in bipolar disorder: A systematic review. *Bipolar Disord.* 18, 4–18. doi:10.1111/bdi.12362
- Hirjak, D., Thomann, A.K., Kubera, K.M., Wolf, R.C., Jeung, H., Maier-Hein, K.H., et al. (2016). Cortical folding patterns are associated with impulsivity in healthy young adults. *Brain Imaging Behav.* 1, 1–12. doi:10.1007/s11682-016-9618-2
- Holmes, A.J., Hollinshead, M.O., Roffman, J.L., Smoller, J.W., and Buckner, R.L. (2016). Individual Differences in Cognitive Control Circuit Anatomy Link Sensation Seeking, Impulsivity, and Substance Use. *J Neurosci.* 36, 4038-4049. doi:10.1523/JNEUROSCI.3206-15.2016
- Kjaer, I. (1995). Human prenatal craniofacial development related to brain development under normal and pathologic conditions. *Acta Odont Scand.* 53,135–143. doi:10.3109/00016359509005963.
- Kumari, V., Barkataki, I., Goswami, S., Flora, S., Das, M., and Taylor, P. (2009). Dysfunctional, but not functional, impulsivity is associated with a history of seriously violent behaviour and reduced orbitofrontal and hippocampal volumes in schizophrenia. *Psychiatry Res. Neuroimaging.* 173, 39–44. DOI 10.1016/j.psychres.2008.09.003
- Knutson, K.M., Dal Monte, O., Schintu, S., Wassermann, E.M., Raymond, V., Grafman, J., et al. (2015). Areas of brain damage underlying increased reports of behavioral disinhibition. *J. Neuropsychiatry Clin Neurosci.* 27, 193–198. doi:10.1176/appi.neuropsych.14060126
- Lyoo, I.K., Pollack, M.H., Silveri, M.M., Ahn, K.H., Diaz, C.I., Hwang, J., et al. (2006). Prefrontal and temporal gray matter density decreases in opiate dependence. *Psychopharmacology.* 184, 139–144. doi:10.1007/s00213-005-0198-x
- Lundstrom, A., Lundstrom, F., and Le Bret, L.M. (1995). Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis and research. *Eur J Orthodontic.* 18, 111–120. doi:10.1093/ejo/17.2.111
- Ma, Y., Hu, H., and Agmon, A. (2012). Short-term plasticity of unitary inhibitory-to-inhibitory synapses depends on the presynaptic interneuron subtype. *J Neurosci.* 32, 983–988. doi:10.1523/JNEUROSCI.5007-11.2012
- Makris, N., Biederman, J., Valera, E.M., Bush, G., Kaiser, J., and Kennedy, D.N. (2006). Cortical thinning of the attention and executive function networks in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Cerebral Cortex*, 17, 1364–75. DOI 10.1093/cercor/bhl047

- Maneiro, L., Gómez-Fraguela, J.A., Cutrín, O., and Romero, E. (2017). Impulsivity traits as correlates of antisocial behaviour in adolescents. *Pers Individ Differ.* 104, 417–422. doi:10.1016/j.paid.2016.08.045
- Mathias, C.W., Marsh-Richard, D.M., and Dougherty, D.M. (2008). Behavioral measures of impulsivity and the law. *Behavioral sciences & the law*, 26, 691–707. doi:10.1002/bsl.841
- Matsuo K, Nicoletti M, Nemoto K, et al. (2009) A voxel-based morphometry study of frontal gray matter correlates of impulsivity. *Hum Brain Mapp* 30:1188–1195. doi:10.1002/hbm.20588
- Moeller, F.G., Barratt, E.S., Dougherty, D.M., Schmitz, J.M., and Swann, A.C. (2001). Psychiatric aspects of impulsivity. *Am J. Psychiat.* 158, 1783–1793. doi:10.1176/appi.ajp.158.11.1783
- Moorrees, C.F. (1994) Natural head position – a revival. *Orthod Dent Orthop.* 105, 512–513. doi:10.1016/S0889-5406(94)70014-1
- Oh, M.J., Kang, S.J., and Jeon S.P. (2016) Forehead Inclination in the Lateral Profile in Koreans. *Archives of Plastic Surgery* 43:293–295. doi:10.5999/aps.2016.43.3.293
- O'Neill, A., D'Souza, A., Carballedo, A., Joseph, S., Kerskens, C., and Frodl, T. (2013). Magnetic resonance imaging in patients with borderline personality disorder: a study of volumetric abnormalities. *Psychiatry Res.* 213, 1–10. doi:10.1016/j.psychres.2013.02.006
- Oquendo, M.A., Baca-Garcia, E., Graver, R., Morales, M., Montalvan, V., and Mann, J.J. (2001). Spanish adaptation of the Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11). *Eur J. Psychiat.* 15, 147–155.
- Ozten, M., Erol, A., Karayilan, S, Kapudan, H., Orsel, E.S., and Kumsar, N.A. (2015). Impulsivity in bipolar and substance use disorders. *Compr Psychiat.* 59, 28–32. doi:10.1016/j.comppsy.2015.02.013
- Patton, J.H., Stanford, M.S., and Barratt, E.S. (1995). Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. *J Clin Psychol.* 51, 768–774. doi:10.1002/1097-4679(199511)51:6<768::AID-JCLP2270510607>3.0.CO;2-1
- Pérez, J., and Torrubia, R. (1986) Fiabilidad y validez de la versión española de la escala de búsqueda de sensaciones, forma V. *Rev Latin Psicol* 18, 7–22.
- Pujol, J, Soriano-Mas, C, Gispert J.D, et al. (2011). Variations in the shape of the frontobasal brain region in obsessive-compulsive disorder. *Hum Brain Mapp.* 32, 1100–1108. doi:10.1002/hbm.21094
- Schilling, C., Kuhn, S., Paus, T., Romanowski, A., Banaschewski, T., Barbot, A., et al. (2013a). Cortical thickness of superior frontal cortex predicts impulsiveness and

perceptual reasoning in adolescence. *Mol Psychiatry*. 18, 624–630. doi:10.1038/mp.2012.56

Schilling, C., Kuhn, S., Romanowski, A., Banaschewski, T., Barbot, A., Barker, G.J., et al. (2013b). Common structural correlates of trait impulsiveness and perceptual reasoning in adolescence. *Hum Brain Mapp*. 34, 374–383. doi:10.1002/hbm.21446

Schilling, C., Kühn, S., Romanowski, A., Schubert, F., Kathmann, N., and Gallinat, J. (2012). Cortical thickness correlates with impulsiveness in healthy adults. *NeuroImage*. 59, 824–830. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.07.058

Settles, R.E., Fischer, S., Cyders, M.A., Coms, J.L., Gunn, R.L., and Smith, G.T. (2012) Negative urgency: A personality predictor of externalizing behavior characterized by neuroticism, low conscientiousness, and disagreeableness. *J Abnorm Psychol*. 121, 160–172. doi: 10.1037/a0024948. DOI 10.1037/a0024948

Sharma, L., Markon, K.E., and Clark, L.A. (2013). Toward a theory of distinct types of “impulsive” behaviors: a meta-analysis of self-report and behavioral measures. *Psychol Bull*. 140, 374–408. doi:10.1037/a0034418

Sheehan, D.V., Lecrubier, Y., Sheehan, K.H., Amorim P., Janavs, J., Weiller, E., et al. (1998). The Mini-International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I.): the development and validation of a structured diagnostic psychiatric interview for DSM-IV and ICD-10. *J Clin Psychiat*. 59 (Suppl. 20), 22–33; quiz 34–57.

Sisodiya, S. (2008). Brain structure, function, and genetics revealed by studies of the eye and face. *Curr Opin Neurol*. 21, 404–409. doi: 10.1097/WCO.0b013e3283052d0c

Steinberg, L., Albert, D., Cauffman, E., Banich, M., Graham, S., Woolard, J. (2008). Age differences in sensation seeking and impulsivity as indexed by behavior and self-report: evidence for a dual systems model. *Dev Psychol*. 44, 1764–1778. doi:10.1037/a0030550

Tajima-Pozo, K., Ruiz-Manrique, G., Yus, M., Arrazola, J., and Montañes-Rada, F. (2015). Correlation between amygdala volume and impulsivity in adults with attention-deficit hyperactivity disorder. *Acta Neuropsychiatr*. 27, 362–367. doi:10.1017/neu.2015.34

Thomann, P.A., Hirjak, D., Kubera, K.M., Stieltjes, B., Wolf, R.C. (2015). Neural network activity and neurological soft signs in healthy adults. *Behav Brain Res*. 278, 514–9. doi:10.1016/j.bbr.2014.10.044.

Tschernegg, M., Pletzer, B., Schwartenbeck, P., Ludersdorfer, P., Hoffmann, U., and Kronbichler, M. (2015). Impulsivity relates to striatal gray matter volumes in humans: evidence from a delay discounting paradigm. *Front Hum Neurosci*. 9, 384. doi: 10.3389/fnhum.2015.00384

Tu, P.C., Kuan, Y.H., Li, C.T., Su, T.P. (2017). Structural correlates of trait impulsivity in patients with bipolar disorder and healthy controls: a surface-based morphometry study. *Psychol Med.* 47, 1292–1299. doi:10.1017/S0033291716003299

Voltas-Moreno N, Hernández-Martínez C, Arija-Val V, Canals-Sans, J. (2013). Socio-demographic and psychopathological risk factors in obsessive-compulsive disorder: Epidemiologic study of school population. *Int J Clin Health Psychol.* 43, 118-126. doi:10.1016/S1697-2600(13)70015-2

Whiteside, S.P., and Lynam, D.R. (2001). The five factor model and impulsivity: Using a structural model of personality to understand impulsivity. *Pers Individ Differ.* 30, 669-89. doi:10.1016/S0191-8869(00)00064-7

Zuckerman, M., Eysenck, S.B.G., Eysenck, H.J. (1978). Sensation seeking in England and America: Cross cultural, age, and sex comparisons. *J Consult Clin Psychol.* 46, 139–149. doi:10.1037//0022-006X.46.1.139

Zukerman, M. (1983). A biological theory of sensation seeking. In *Biological bases of sensation seeking, impulsivity, and anxiety.* (ed. M. Zukerman), pp. 37-76. Hillsdale NJ: Erlbaum.

