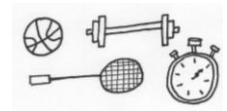


# **L'ESPORT A LES TEVES MANS**

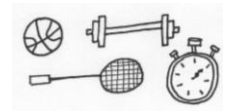


**MARTINA COTS COSTA**  
**Institut Bosc de la Coma**  
**TUTORA: PILAR BERGA**  
**CURS 2017/2018**



*Science is a contact sport.  
People think about it being genteel, but it's a tough game.*

Dr. Jeffrey Drazen



## **ÍNDEX**

### INTRODUCCIÓ GENERAL4

#### I.INTRODUCCIÓ: COS TEÒRIC8

##### 1.Fonaments biològics i conceptes clau8

###### 1.1 La hipòtesi de Manning8

###### 1.2 Justificació biològica d'aquestes relacions15

###### El desenvolupament intrauterí15

###### Els gens Hox17

###### Les hormones19

###### Andrògens i estrògens20

###### 1.3 La ràtio 2D:4D i les habilitats físiques22

###### Les habilitats físiques i la condició física23

##### 2.Antecedents i treballs fets26

###### 2.1 La Ràtio 2D:4D com a predictor de trets, habilitats i conductes26

###### 2.2 La ràtio 2D:4D com a predictor de la capacitat atlètica30

#### II. PLANTEJAMENT DE LA RECERCA32

#### III.MATERIALS I MÈTODES33

##### 1. Població d'estudi33

##### 2. Dades recollides35

##### 3. Gestió i tractament estadístic de les dades45

#### IV. RESULTATS I DISCUSSIÓ46

##### 1. Descriptors generals de la població analitzada i dels diferents subgrups46

##### 2. Relació entre ràtio 2D:4D i condició física49

##### 3. Estudis de correlació condició física i pràctica d'esport58

#### V.REDACCIÓ D'UN ARTICLE CIENTÍFIC65

##### Divulgació científica. Aspectes més rellevants de la redacció d'articles científics.65

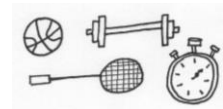
##### Article científic67

#### VI.CONVERSESES AMB CIENTÍFICS74

#### VII. CONCLUSIONS79

#### BIBLIOGRAFIA82

#### ANNEXOS91



## INTRODUCCIÓ GENERAL

El treball que presento a continuació té per objectiu determinar si existeix una relació entre la llargada dels dits índex i anular i les habilitats físiques d'una persona. Aquest objectiu es planteja partint de la hipòtesi de Manning, que tal i com s'exposarà més endavant sosté que la ràtio resultant de dividir la llargada d'aquests dos dits és deguda a l'exposició hormonal del fetus durant el primer trimestre de gestació.

Segons estudis científics posteriors, la ràtio digital podria estar lligada a diferents trets i habilitats desenvolupades per les persones, algunes relacionades amb habilitats físiques i esportives. Seguint aquest fil conductor, he volgut esbrinar si existeix alguna relació entre la ràtio digital i les diferents habilitats físiques que pot desenvolupar una persona. Em semblava interessant el fet d'analitzar la correlació de la ràtio amb habilitats diferents, ja que els estudis que he trobat sobre el tema, i que la relacionaven amb cada una de les habilitats, tenien com a mostra nens pre-púbbers, moment en què la ràtio digital encara no és permanent. També volia saber si la ràtio era determinant per tenir bona condició física o si alguna altra variable com la pràctica de l'esport també influïa en una bona condició física.

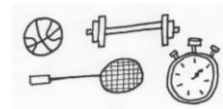
He treballat amb un grup de població que tenia al meu abast, els nois i noies estudiants del meu propi institut, una mostra de 86 alumnes dels dos sexes i de dues edats diferents (14 i 16 anys).

D'aquesta mostra he recollit:

- Algunes dades descriptives objectives (nom, sexe, edat...)
- La seva ràtio 2D:4D
- Els resultats obtinguts en proves d'habilitats físiques (bateria Eurofit)
- Dades relatives a la pràctica de l'esport

Pel que fa a l'estructura i l'ordre del contingut de la meva recerca, de bon principi he tingut clar que havia de seguir el mètode científic, segons el qual el coneixement s'obté a partir d'observacions i experimentacions sistemàtiques que permeten obtenir dades objectives que adquireixen caràcter universal. Actualment, està acceptat i establert que qualsevol recerca que segueix el mètode científic s'estructura en sis etapes principals:

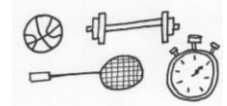
1) Comprensió de la qüestió que és objecte de la recerca



- 2) Establiment d'una hipòtesi i d'un procediment de raonament i de presa de decisió de tipus deductiu
- 3) Recol·lecció de les dades en un experiment
- 4) Anàlisi detallada d'aquestes dades
- 5) Interpretació de les troballes obtingudes durant els procediments experimentals
- 6) Extracció de conclusions

Seguint aquestes etapes, i inspirada en els blocs de contingut d'un article de divulgació científica, he anat estructurant tota la meva recerca en els apartats que es mostren en la taula següent:

Taula 1. Taula de continguts d'una recerca i apartats del meu treball	
Etapa de la recerca	Apartats del meu treball sobre la recerca
<b>Comprensió de la qüestió que és objecte de la recerca</b>	I. Introducció. Cos teòric: <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Fonaments biològics i conceptes clau</li> <li>1.2 Antecedents i treballs fets</li> </ul>
Establiment d'una hipòtesi i d'un procediment de raonament i de presa de decisió de tipus deductiu	II. Plantejament de la recerca
<b>Recol·lecció de les dades en un experiment</b>	III. Materials i mètodes: <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Població d'estudi</li> <li>3.2 Dades recollides</li> <li>3.3 Gestió i tractament estadístic</li> <li>3.4 Tractament de dades</li> </ul>
Anàlisi detallada d'aquestes dades i interpretació de les troballes obtingudes durant els procediments experimentals	IV. Resultats i discussió
Extracció de conclusions	V. Conclusions



Per acabar el meu treball, he volgut fer una síntesi de la recerca en format d'article científic. Per això m'he documentat sobre aquest format, el contingut i les qüestions formals que cal tenir en compte i n'he fet la redacció en anglès.

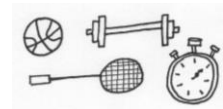
La part final del treball l'he dedicada a contrastar i comentar la meva recerca amb diferents persones que es dediquen al món de la ciència, concretament amb Xavier Verdager fisioterapeuta i postgraduat en PNIE i nutrició orto-molecular i Narcís Fernández, llicenciat en biologia i biotecnologia.

Han estat moltes i diverses les motivacions que m'han dut a escollir el tema del treball i el procés d'aquest no ha estat gens fàcil.

Quan a l'institut ens van començar a explicar en què consistia el treball de recerca, vaig adonar-me que no seria fàcil escollir el tema per treballar. Tenia molt clar que volia decantar-me per un projecte relacionat amb el món de la ciència, però quina disciplina? Com trobaria un tema que sobretot m'agradés, però que també fos adequat a la meva capacitat de treball i a les tècniques d'investigació a les quals tinc accés? Per començar a resoldre aquests interrogants vaig anar a parlar amb uns amics de la família que es dediquen al camp de la investigació i recerca científica. Després de llargues converses, vàrem posar moltes propostes damunt la taula, des de les lleis matemàtiques que regeixen la natura fins a un estudi de la contaminació de l'aire i l'acidesa de la pluja, passant per molts altres temes ben curiosos. Entre totes elles, va haver-hi una proposta que em va cridar l'atenció des de bon principi. Es tracta del tema que finalment he escollit per desenvolupar: la relació entre la ràtio 2D:4D i les habilitats esportives d'una persona.

Però... i per què aquest i no un altre? En primer lloc, penso que és un tema que per sí sol ja desperta curiositat. El fet que es relacionin dues variables (la llargada dels dits amb les capacitats físiques) que *a priori* no se'ns hauria acudit mai que anessin lligades i que, a més, tenen a veure amb el nostre cos i amb un mateix, de seguida em va suggerir un munt de preguntes. Pot ser que una dada tan trivial com la llargada dels dits tingui relació amb les nostres habilitats i la nostra personalitat? Qui no s'ha preguntat alguna vegada per què la companya d'equip entrena menys i té més facilitat? De què depenen aquestes capacitats innates?

A partir d'aquestes preguntes he formulat les hipòtesis de treball que trobeu a continuació.

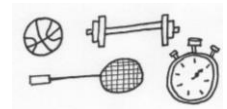


- La ràtio 2D:4D està relacionada amb la condició física
- La ràtio 2D:4D es relaciona de diferent forma amb cada una de les habilitats físiques.
- La pràctica habitual d'esport està relacionada amb la condició física.
- La pràctica habitual d'esport es relaciona de diferent forma amb cada una de les habilitats físiques.
- La correlació entre la ràtio 2D:4D i la condició física no és superior a la correlació entre la pràctica de l'esport i la condició física.

Per altra banda, cal dir que sempre m'ha agradat molt tot el món relacionat amb l'esport: jugo a bàsquet, faig dansa i practico excursionisme. Així doncs, vaig veure en aquest treball una oportunitat de combinar dos camps que em resulten interessants: la ciència (més concretament la biologia) i l'esport. Conseqüentment, la fusió d'aquests dos àmbits m'ajudaria a mantenir la motivació suficient durant tota la realització del treball.

Una vegada vaig tenir esbossada la possible estructura del treball, vaig adonar-me que en la part pràctica hi havia un bloc important que es desenvolupava a partir de l'estadística, que és una part de les matemàtiques que m'agrada. Aquest fet també va ajudar a decantar-me definitivament per aquest tema i aprofitar l'ocasió per aprendre més sobre aquest camp.

En conclusió, crec que l'opció escollida pot ser interessant perquè parteix de l'estudi d'un aspecte molt concret però relacionat amb tres àmbits que trobo molt interessants: l'esport, la biologia i les matemàtiques. Finalment, puc acabar dient que els meu objectiu principal del treball és aprendre com funciona i es desenvolupa una recerca seguint el mètode científic i com arriba a ser publicada.



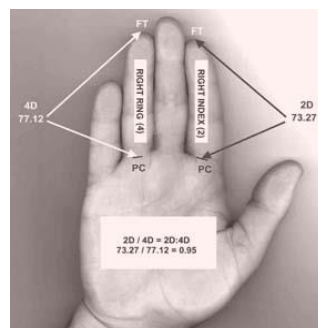
## I.INTRODUCCIÓ: COS TEÒRIC

En aquesta part de cerca bibliogràfica i documental proposo documentar-me amb la finalitat de recollir informació rellevant i fiable que pugui donar un fonament teòric i coherent a la recerca pràctica. Per tal de fer-ho de manera estructurada he buscat la informació a partir de temes clau sorgits de les hipòtesis plantejades, uns més generals per tal de centrar el tema en els aspectes de biologia tractats i els altres més específics que es refereixen al tema central de la meua recerca: la hipòtesi de Manning i la seva relació amb l'esport. Un cop analitzada la informació, l'he sintetitzat i estructurat, destriant allò que m'ha semblat més procedent per entendre el tema tractat.

### 1. Fonaments biològics i conceptes clau

#### 1.1 La hipòtesi de Manning

La hipòtesi formulada per John Manning<sup>1</sup> (professor del Department of Psychology, Northumbria University) diu que la relació de les longituds entre el segon dit (índex) i quart dit (anular), que d'ara endavant anomenarem (2D: 4D) és un tret de dimorfisme sexual (variacions en la morfologia externa segons el sexe o gènere), de manera que els mascles tendeixen a tenir el quart dígit més llarg que el segon i que en les dones la ràtio 2D:4D és més elevada. Aquesta proporció de 2D:4D es considera com un biomarcador que indica l'equilibri d'exposició fetal entre la testosterona (T) i els estrògens (E).

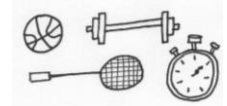


**Fig 1.** Representació de l'obtenció del valor de la ràtio 2D:4D, extreta de la pàgina

<http://www.handresearch.com/news/digit-ratio-finger-length.htm>

<sup>1</sup> Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. Human Reproduction. 1998;13 (11): 3000–3004.





Aquesta relació morfològica ha estat llargament estudiada des de fa més de cent anys. Gerdy<sup>2</sup> (1829), en el seu extens i detallat estudi d'anatomia del cos humà aplicat a la pintura, l'escultura i la cirurgia, evidencia la diferència de llargada entre el dit índex i l'anular però afirma que sempre el dit índex és més petit que l'anular.

“Tout le monde sait que ces òrgans sont inégaux en volume et en longueur. Le pouce n'attient pas le seconde phalange de l'index, et arrive à peine à la racine de l'ongle du doigt médium. Ce dernier dépasse le doigt annulaire, Je cois que ce sont là les rapports de longueur les plus ordinaires entre ces organes; mais il y a beaucoup de variétés à cet égard, et je m'en suis assuré par de nombreuses observations qui le suit, de plus de la moitié de la longueur de l'ongle, et l'annulaire dépasse le petit doigt de toute sa dernière phalange.”

GERDY, P. (1829) *Anatomie des Formes Extérieures du Corps Humain*.

Carus (1853) Humphry (1861), Ecker (1875) citats per Phelps<sup>3</sup> afirmen que el dit índex supera sempre en longitud el dit anular. Ecker, però, treballa ja amb tres hipòtesis:

“Ecker (1875) noted that three manifestations of relative finger length may be discerned in the living model: index finger shorter than ring finger ( $2 < 4$ ); index finger equal in length to ring finger ( $2 = 4$ ); and index finger longer than ring finger ( $2 > 4$ ).”

V. RAE PHELPS (1952) *Relative index finger length as a sex-influenced trait in Man*.

Classifica els individus en tres grups segons la seva ràtio:

- Dit índex més llarg que l'anular ( $2 > 4$ )
- Dit anular més llarg que l'índex ( $2 < 4$ )
- Els dos dits, índex i anular, tenen la mateixa llargada ( $2 = 4$ )

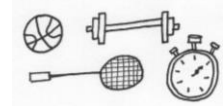
Juntament amb d'altres investigadors, Mantegazza (1877), Gruning (1886), Baker (1888), Volotzkoy (1924) afirmen que totes tres fórmules es donen en ambdós sexes però que és més freqüent que en les dones el dit índex sigui relativament més llarg que l'anular.

Phelps compara els resultats obtinguts en el seu estudi amb els percentatges, publicats per George (1930) i realitzat a partir de l'anàlisi de 620 mans, de les quals 402 eren homes i 218 dones adults blancs, la majoria estudiants de medicina de la Universitat de Toronto.

---

<sup>2</sup> Professor d'Anatomia, Psicologia i cirurgia a la Facultat de Médecine de Paris, cirurgià de l'Hôpital de la Pitié. Membre de diverses societats de saviesa.

<sup>3</sup> Departament de Zoologia, University of Texas, i Departament d'Anatomia, Tulane University, New Orleans, Louisiana.



**Taula 2.** Comparació dels resultats de Phelps amb els obtinguts per George

Sex	Present study						George, 1930		
	2.0 mm			<1.0 mm			0.5 mm		
	2<4	2=4	2>4	2<4	2=4	2>4	2<4	2=4	2>4
Males	43.4	40.7	15.9	59.2	13.8	27.0	65	15	20
Females	25.3	37.9	36.8	30.5	12.6		28	25	47

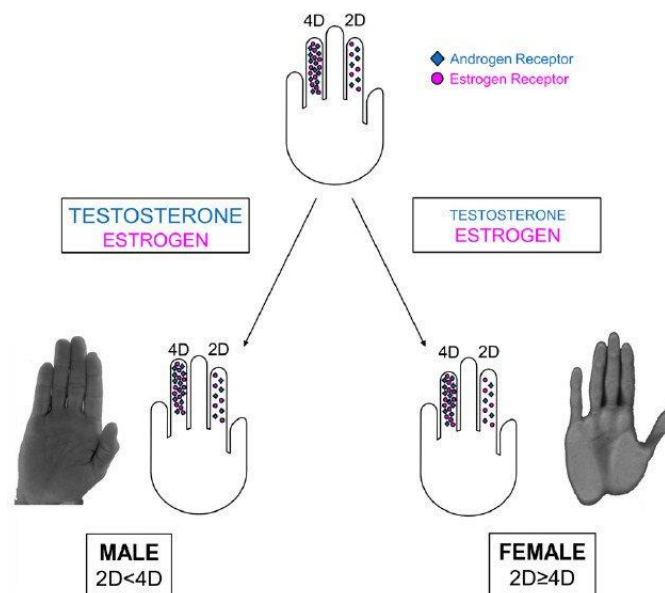
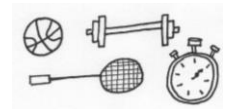
*Frequency Distribution of formulas in percentatges./ Relative Index Finger Length as a Sex-influenced Trait in Man'*

Aquesta ràtio, però, no va atreure definitivament l'atenció dels científics fins el 1998 quan John Manning (2002) de la Universitat de Liverpool plantejà la hipòtesi que la relació reflecteix l'exposició a andrògens prenats sobre els gens HoxA i HoxD .

Segons Manning<sup>4</sup>, s'obtenen evidències d'aquesta afirmació a partir de l'experimentació prenatal hormonal amb animals mitjançant l'estudi de mostres del fluid amniòtic. La diferència de 2D: 4D entre sexes s'entén millor a partir de metaanàlisis que indiquen que ja la trobem al fetus al final del primer trimestre de gestació.

<sup>4</sup> Digit ràtio (2D:4D): a biomarker for prenatal sex steroids and adult sex steroids in challenge situations

John Manning<sup>1\*</sup>, Liam Kilduff<sup>2</sup>, Christian Cook<sup>3</sup>, Blair Crewther<sup>4</sup> and Bernhard Fink<sup>5</sup> <sup>1</sup> Department of Psychology, Northumbria University, Newcastle UponTyne, UK <sup>2</sup> Applied SportsTechnology, Exercise and Medicine Research Centre, Swansea University, Swansea, UK <sup>3</sup> School of Sport, Health and Exercise Science, Bangor University, Gwynedd, UK <sup>4</sup> Hamlyn Centre, Imperial College, London, UK <sup>5</sup> Department of Biological Personality Psychology and Assessment, University of Göttingen, Göttingen, Germany



**Fig 2.** Diferències en la ràtio 2D:4D segons homes i dones, depenent dels receptors d'estrògens i testosterona. Figura extreta de la pàgina: <http://www.artofmanliness.com/2016/07/25/2d4d-ratio-masculinity/>

Seguint aquesta hipòtesi, hi hagué un increment notable d'estudis a l'entorn d'aquest tema; es passà d'un sol estudi el 1988 fins a 51 el 2007 i del 2008 al 2010 el nombre d'estudis que publiquen és d'una mitjana d'uns 60 articles l'any .

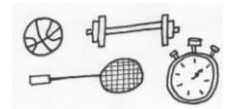
Els biòlegs del desenvolupament Martin Cohn i Zheng van realitzar experiments amb ratolins fetals en els quals es va modificar les quantitats de testosterona a què estaven exposats a l'úter. No és només la quantitat de testosterona fetal que determina la proporció digital, sinó més aviat l'equilibri entre la testosterona i l' estrogen.

“Androgen receptor (AR) and estrogen receptor  $\alpha$  (ER- $\alpha$ ) activity is higher in digit 4 than in digit 2. Inactivation of AR decreases growth of digit 4, which causes a higher 2D:4D ràtio, whereas inactivation of ER- $\alpha$  increases growth of digit 4, which leads to a lower 2D:4D ràtio”

ZHENGUI ZHENG AND MARTIN J. COHN ( 2011) *Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios.*

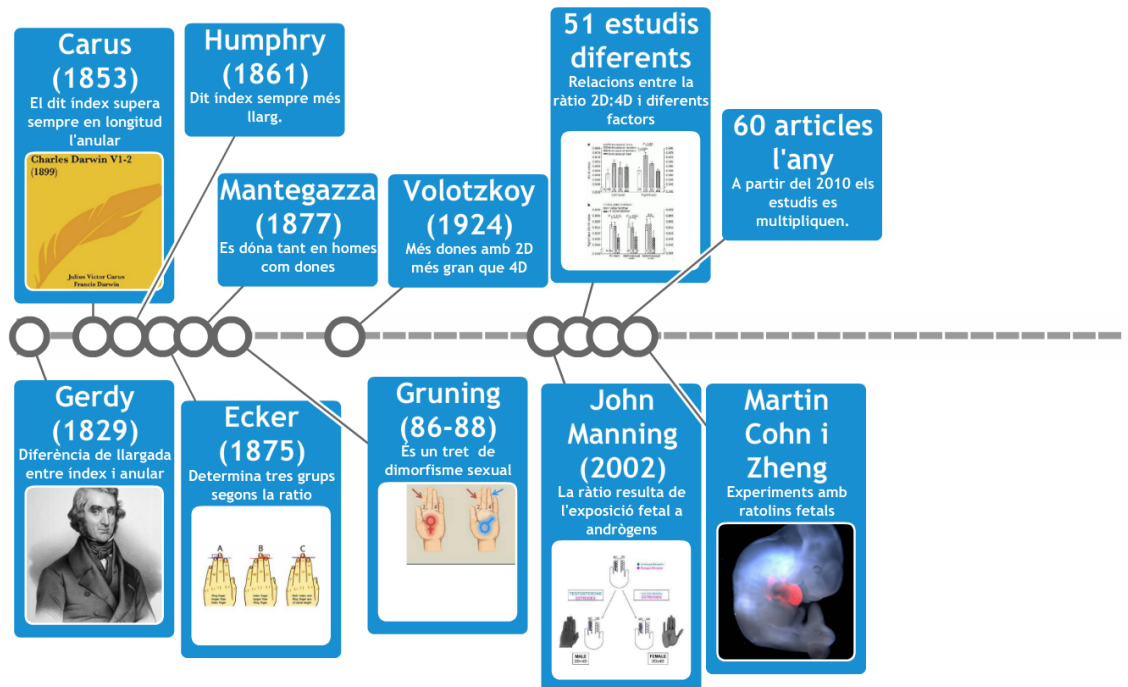
Els ratolins amb concentracions de testosterona més alts o baixos nivells d'estrogen tenen la baixa proporció 2D: 4D mentre que els ratolins amb nivells més alts d'estrogen o nivells baixos de testosterona tenien major ràtio 2D:4D. Cohn i Zheng postulen que el dimorfisme sexual 2D:4D que és cert per als ratolins és cert també per als humans.

“Our analysis of mouse digit ràtios revealed a significant difference between the male and female 2D:4D ràtio as early as E17, and we provide direct evidence that sexually dimorphic digit ràtios are caused by androgen and estrogen signaling.”



ZHENGUI ZHENG AND MARTIN J. COHN ( 2011) *Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios*

Com a síntesi d'aquest apartat, presento un resum, en forma d'eix cronològic, de l'estudi de la ràtio 2D:4D des de les primeres formulacions fins a l'actualitat. El trobareu a la pàgina següent.



**Fig 3.** Estudis rellevants al llarg de la història que tenen per tema la ràtio 2D:4D. Eix cronològic d'elaboració pròpia, fet amb el programa timeline. Imatges extretes (per ordre) de les pàgines:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Pierre\\_Nicolas\\_Gerdy](https://en.wikipedia.org/wiki/Pierre_Nicolas_Gerdy)

[https://www.a\\_\\_\\_\\_\\_http://bundlehaber.com/detay/cafa2e7f-a090-4ed6-b671-2f7150cd6142mazon.com.mx/Leben-Briefe-Charles-Darwin-V1-2/dp/1120521610](https://www.a_____http://bundlehaber.com/detay/cafa2e7f-a090-4ed6-b671-2f7150cd6142mazon.com.mx/Leben-Briefe-Charles-Darwin-V1-2/dp/1120521610)

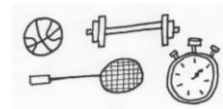
<https://its-interesting.com/tag/2d-4d-ràtio/>

<http://www.artofmanliness.com/2016/07/25/2d4d-ràtio-masculinity/>

<https://fingerlengthdigitratio.wordpress.com/tag/john-manning/>

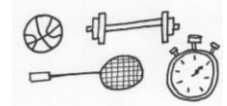
[http://www.ara.cat/suplements/ciencia/que-creen-hibrids-animals-humans\\_0\\_1740425994.html](http://www.ara.cat/suplements/ciencia/que-creen-hibrids-animals-humans_0_1740425994.html)

Els estudis sorgits a partir de la formulació de la hipòtesi de Manning són nombrosos i de molt diversa naturalesa. Sense poder citar-los tots, a continuació presento una breu taula d'alguns que he considerat rellevants i que tenen per objecte demostrar la relació entre l'exposició fetal als andrògens i la ràtio 2D:4D.

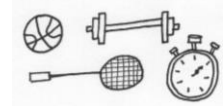


**Taula 3.** Síntesi i referència d'estudis que parteixen de la hipòtesis de Manning, els quals comparteixen l'objectiu de demostrar la relació entre l'exposició fetal als andrògens i la ràtio 2D:4D.

Síntesi	Referència
<p>Els individus XY amb el síndrome d'insensibilitat als andrògens (SIA), a causa d'un gen disfuncional per al receptor d'andrògens, tenen de mitjana una raó digital més alta respecte als homes i similar a la de les dones, fet que corrobora que les hormones androgèniques afecten a la raó digital. Aquest estudi també conclou que la diferència de les raons digitals entre els dos sexes no va lligada a l'heterocromosoma Y.</p>	<p>Berenbaum SA, Bryk KK, Nowak N, Quigley CA, Moffat S (November 2009). Fingers as a Marker of Prenatal Androgen Exposure. <i>Endocrinology</i>. 2009;150(11): 5119–24</p>
<p>Les diferències de la raó 2D:4D entre homes i dones són existents abans del naixement dels humans.</p>	<p>Malas MA, Dogan S, Evcil EH, Desdicioglu K. Fetal development of the hand, digits and digit ràtio (2D:4D). <i>Early Hum Dev</i>. 2006; 82 (7): 469–475.</p> <p>Galis F, Ten Broek CM, Van Dongen S, Wijnaendts LC. Sexual Dimorphism in the Prenatal Digit Ràtio (2D:4D). <i>Arch Sex Behav</i>. 2009;38(1): 57–62. 19.</p> <p>Lutchmaya S, Baron-Cohen</p>
<p>En un estudi fet a partir de la realització de 33 amniocentesis (testos de líquid amniòtic utilitzats per diagnòstics de malalties prenatales), es determinava una associació entre un baix índex digital i l'exposició a alts nivells de testosterona durant la gestació i una alta raó digital es relacionava amb una baixa exposició a la testosterona fetal comparada amb la</p>	<p>Lutchmaya S, Baron-Cohen S, Raggatt P, Knickmeyer R, Manning JT. 2nd to 4th digit ràtios, fetal testosterone and estradiol. <i>Early Hum Dev</i>. 2004;77(1–2): 23–28. 20. Romano M, Leoni B, Sai</p>



<p>quantitat d'estradiol rebut durant l'embaràs, resultats que contrasten amb alguns estudis preliminars on existia una evidència indirecta que la raó 2D:4D s'establia a l'úter i es relacionava negativament amb la testosterona prenatal i positivament amb l'estradiol prenatal. No obstant això, i en aquell moment, no existien estudis que mostressin una relació directa entre l'estradiol fetal i la raó digital 2D:4D.</p>	
<p>En un estudi va manipular ous de faisà i, variant-ne el nivell de testosterona, es va demostrar que la relació del segon i quart dit del peu va estar influïda per la testosterona durant el desenvolupament fetal.</p>	<p>Romano M, Leoni B, Saino N (February 2006). Examination marks of male university students positively correlate with finger length ratios (2D:4D). <i>Biol Psychol.</i> 2006;71(2):175–182.</p>
<p>Les dones amb hiperplàsia adrenal congènita (CAH), provocada per elevats nivells d'andrògens abans de néixer, tenen de mitjana una raó digital més baixa (més masculinitzada).</p>	<p>Brown WM, Hines M, Fane BA, Breedlove SM. Masculinized finger length patterns in human males and females with congenital adrenal hyperplasia. <i>Horm Behav.</i> 2002; 42 (4): 380–386.</p>
<p>Els estudis en ratolins indiquen que els andrògens prenatals actuen bàsicament promovent el creixement del quart dit.</p>	<p>Zheng Z, Cohn MJ. Developmental basis of sexually dimorphic digit ratio. <i>PNAS.</i> 2011;108 (39): 16289–16294.</p>
<p>Diversos estudis mostren evidències que les raons digitals són heretables.</p>	<p>Paul SN, Kato BS, Hunkin JL, Vivekanandan S, Spector TD. The Big Finger: the second to fourth digit ratio is a predictor of sporting ability in women. <i>British Journal of Sports Medicine.</i> 2006;40(12): 981–983.</p> <p>Gobrogge KL, Breedlove SM, Klump KL. Genetic and environmental influences on 2d:4d finger length ratios: a study of</p>



	monozygotic and dizygotic male and female twins. Archives Sexual Behavior. 2008;37(1):112–118.
Alguns estudis longitudinals usant rajos X mostren que la ràtio 2D:4D ja està present en fetus de 9 a 40 setmanes de gestació, s'estableix als dos anys, s'estabilitza als 9 i queda permanent a partir de la pubertat.	Albores-Gallo, L., Fernández-Guasti, A., Hernández-Guzmán, L., & List-Hilton, C. (2009). Índice digital D2: D4 y desarrollo del lenguaje. Revista de Neurología, 48(11), 577-581.

## 1.2 Justificació biològica d'aquestes relacions

Per poder entendre amb profunditat la hipòtesi de Manning i el fet que la ràtio 2D:4D pugui venir determinada per circumstàncies hormonals que tenen lloc durant els primers mesos de gestació, és important fer un petit apunt sobre alguns conceptes clau.

En primer lloc, considero necessari fer una breu menció al procés de desenvolupament intrauterí, ja que és en aquest moment precís que es produeix l'exposició hormonal que pot determinar la ràtio.

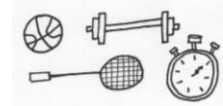
En aquest punt em sembla rellevant fer una breu conceptualització del Gen Hox, que és el gen exposat als andrògens i estrògens en la fase prenatal.

Finalment, també és important tenir una idea bàsica de què són les hormones i com funcionen, fent especial incís en els andrògens, destacant-ne la testosterona, i en els estrògens.

Tots aquests conceptes bàsics conformen la justificació biològica de la ràtio 2D:4D.

### El desenvolupament intrauterí

La unió de l'òocit i l'espermatozoide marca l'inici del desenvolupament embrionari que comprèn des del moment de la fecundació fins al naixement. En aquest procés es forma un ésser pluricel·lular, amb òrgans i teixits ben diferenciats, a partir d'una única cèl·lula. Es tracta d'un procés complex que es desenvolupa en dos períodes: l'embriogènesi que dura fins a la

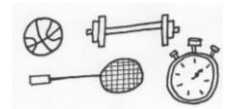


dotzena setmana de gestació i el període fetal. Durant la primera setmana de gestació l'increment del nombre de cèl·lules és molt elevat però encara no es poden apreciar estructures diferenciades. Durant la segona setmana es diferencien dues capes germinals en la massa cel·lular: l'ectoderma, la més externa, i l'endoderma. Durant la tercera setmana n'apareix una tercera, el mesoderma, entre les dues anteriors. Un cop formades les tres capes embrionàries es succeeixen les fases de diferenciació cel·lular que donaran lloc a la histogènesi o formació de teixits i a la organogènesi o formació d'òrgans. Cap a la vuitena setmana el fetus tindrà aparença humana. De la vuitena a la dotzena setmana és quan es completa l'embriogènesi. Les hormones més directament implicades en la regulació del creixement són l'hormona hipofisària, les tiroïdes, el cortisol, els andrògens suprarenals, la testosterona, els estrògens, els metabolitzans de la vitamina D i la insulina. És doncs en l'embriogènesi quan l'exposició d'andrògens prenatals sobre els gens Hox, explicats a continuació, es completaria. Les hormones influeixen en el creixement dels dits 2 i 4 perquè en les segones falanges hi trobem gran quantitat de receptors d'aquestes: en el dit 2 es localitzen els receptors d'estrògens, mentre que en el 4 el d'andrògens, de testosterona. Així doncs, depenent de l'exposició prenatal a les hormones mencionades tenim una ràtio o una altra.

El segon període prenatal és una etapa de creixement ràpid. Els òrgans assoleixen la seva maduració funcional fins a arribar a un nivell que els faci compatibles amb la vida fora de l'úter matern.

El creixement del fetus és resultat de la interacció entre el genoma i l'ambient uterí. És bàsic que el nombre de nutrients rebuts sigui l'adequat i que l'embrió i el fetus els optimitzin. Això, afegit a l'expressió gènica correcta són elements reguladors fonamentals.





Període d'exposició  
d'andrògens prenats  
sobre els gens HoxA i HoxD

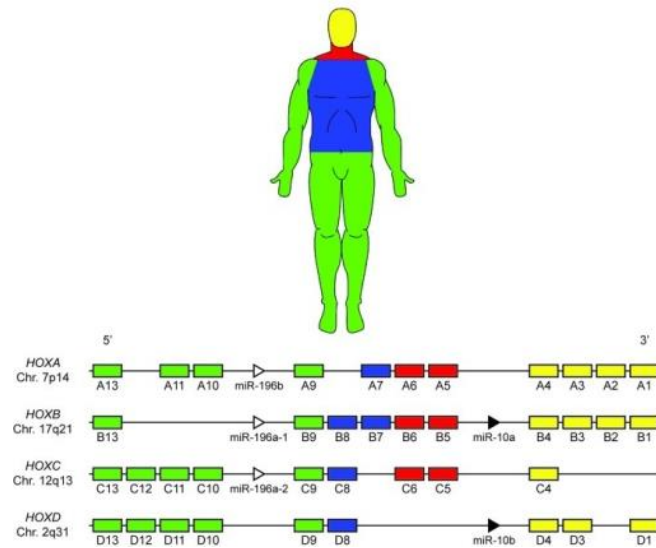
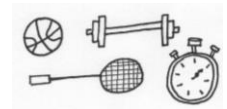
**Fig 4.** Desenvolupament embrionari d'un nadó.

Imatge extreta de <http://www.aula2005.com/html/cn3eso/17elprocesreproductiu/17elprocesreproductiu.htm>

## Els gens Hox

Els gens homeòtics són gens que participen en el desenvolupament dels organismes i que determinen la identitat dels segments o parts individuals de l'embrió en les seves etapes inicials. Aquests gens indiquen a la cèl·lula si forma part del cap, del tòrax o de l'abdomen d'un individu. Els gens homeòtics codifiquen proteïnes que s'uneixen a l'ADN amb la funció d'activar o inhibir l'expressió d'altres gens que contreolen el desenvolupament de les extremitats. Tots els gens homeòtics contenen una seqüència de 180 nucleòtids, anomenada caixa homeòtica o homeobox, que es tradueix en 60 aminoàcids necessaris per formar la proteïna que codifiquen. És l'anomenat homeodomini que permet la unió d'aquesta proteïna reguladora a la doble hèlix de l'ADN.

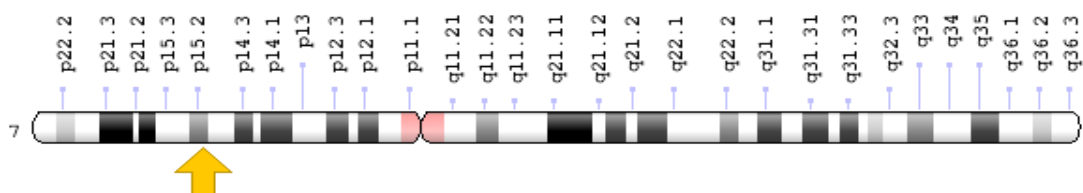
Fins ara s'han identificat diversos tipus de gens amb caixa homeòtica o homeobox, entre els quals trobem els gens Hox que són uns dels conjunts de gens més implicats en el desenvolupament embrionari primerenc per controlar la formació de moltes estructures corporals. Una sola proteïna Hox pot regular l'activitat de molts gens. La família d'aquest gen s'organitza en quatre branques, (assignades amb les lletres A, B, C i D: HOXA, HOXB, HOXC i HOXD), situades en cromosomes diferents en el cas dels mamífers. Els humans tenim 39 gens d'aquest tipus agrupats en aquests grups o clústers.



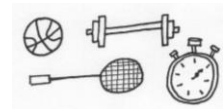
**Fig 5.** En els humans, els 39 gens Hox estan ordenats en quatre clústers cromosòmic designats com a HOXA, HOXB, HOXC i HOXD i ubicats en els cromosomes 7p14, 17q21, 12q13 i 2q31, respectivament. Imatge extreta de la pàgina <http://darwin200.christs.cam.ac.uk/node/16>

Entre els gens HOX trobem el gen HOXA 13, fonamental per a la formació i el desenvolupament de les extremitats i per tant, en el creixement i patró dels dits. A més regula la formació dels genitals. Com que la formació dels genitals es vincula als estrògens i sobretot als andrògens, també és una raó per la qual la mesura i patró dels dits poden estar relacionats amb aquest tipus d'hormones. Es descriuen una àmplia varietat d'anomalies i malformacions a nivell de dits i de genitals lligades a mutacions d'aquest gen.

El gen HOXA13 es troba localitzat al cromosoma 7 en posició 15.2.



**Fig 6.** Localització del gen HOXA13. Extreta de la pàgina <https://ghr.nlm.nih.gov/gene/HOXA13>



## Les hormones

En primer lloc, cal definir què és una hormona. Una hormona és una substància química secretada a la sang per glàndules endocrines (també anomenades glàndules de secreció). Les principals glàndules endocrines són l'hipotàlem, la hipòfisi, les tiroides, les paratiroides, les suprarenals, el pàncrees, els ovaris i els testicles.

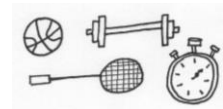
El sistema endocrí inicia i regula processos fisiològics, coordina el desenvolupament embrionari, intervé en la regulació dels nivells de minerals i nutrients en funció de les necessitats de l'organisme, estimula el creixement i el metabolisme i sincronitza les activitats que realitzen parts de l'organisme que estan allunyades entre elles. Cada glàndula endocrina important pot regular diverses activitats del cos en diverses etapes del desenvolupament. Segons la naturalesa de les hormones, en podem trobar de diversos tipus:

- Glicoproteïnes
- Proteïnes
- Polipèptids i pèptids
- Derivats d'aminoàcids
- Esteroides

L'hormona actua sobre òrgans que tenen cèl·lules amb receptors específics (òrgans o cèl·lules diana), molècules especials que es poden combinar amb determinades hormones gràcies a la seva estructura, és a dir, identificar-les i iniciar una sèrie de reaccions. Les hormones són capaces d'estimular o inhibir processos fisiològics com el creixement, el metabolisme, la digestió o la reproducció.

És necessari que les hormones es trobin en el plasma sanguini en la concentració i el període de temps adequats per tal que totes les funcions que regulen en el cos puguin realitzar-se amb normalitat.

Pel tema que s'estudia i pel que he explicat en l'apartat del gen Hox, cal destacar especialment els esteroides i, de forma més concreta, els estrògens i els andrògens. L'hormona més coneguda dins el grup dels andrògens és la testosterona.



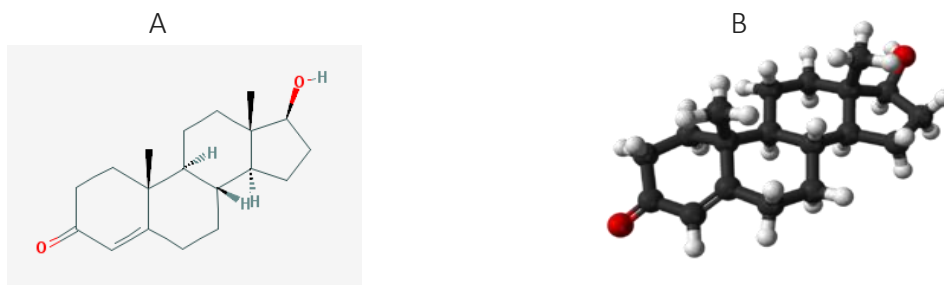
## Andrògens i estrògens

Com he dit anteriorment els andrògens i estrògens són esteroides, i són hormones produïdes principalment per les gònades encara que també per les glàndules suprarenals.

### ELS ANDRÒGENS

Els andrògens són segregats pels testicles però també pels ovaris en les dones i per l'escorça suprarenal en quantitats més baixes. Són comuns a tots dos sexes.

Els andrògens controlen el desenvolupament i el manteniment de característiques masculines en els vertebrats. Això inclou l'activitat dels òrgans sexuals masculins accessoris i el desenvolupament dels caràcters sexuals secundaris masculins. L'hormona testosterona és un androgen.

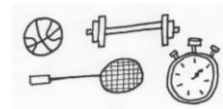


**Fig 7.** Estructura molecular de la testosterona. Extretes de les pàgines <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6013#section=3D-Conformer> (A) i <https://ca.wikipedia.org> (B)

**La testosterona**, hormona d'estructura esteroide, és l'hormona sexual masculina per excel·lència (Figura 6). La seva fórmula química és  $C_{19}H_{28}O_2$ .

És produïda fonamentalment per les cèl·lules intersticials (cèl·lules de Leyding) que es troben entre els túbuls seminals dels testicles. Té múltiples funcions, que varien al llarg de la vida: el desenvolupament d'òrgans sexuals masculins en les primeres fases embrionàries, el descens dels testicles a les bosses escrotals dos mesos abans del naixement i el desenvolupament dels caràcters sexuals secundaris a la pubertat. Durant la vida adulta realitza funcions relacionades amb el desenvolupament muscular i la mineralització òssia així com amb el manteniment de la funció sexual i reproductiva.

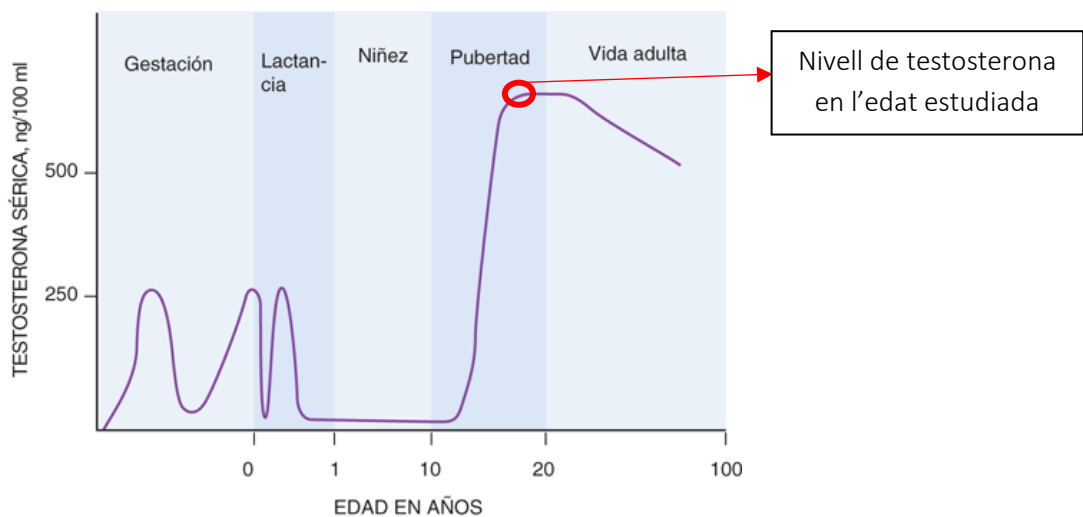
**Aquestes funcions, i especialment les relacionades amb el desenvolupament muscular, poden tenir incidència en el desenvolupament posterior de la capacitat atlètica i habilitats físiques de**



**cada persona.** Aquest argument ens permetria descobrir el lligam existent entre la testosterona i les habilitats físiques.

La concentració en plasma d'aquesta hormona és especialment elevada en tres períodes: en la fase de desenvolupament embrionari, en el període neonatal i durant la vida sexual adulta. Als inicis de segon trimestre de gestació la concentració de testosterona s'aproxima a la que es detecta a mitjans de la pubertat (250ng/100ml aproximadament. Figura 8).

La secreció de testosterona és més elevada en els nois que en les noies durant gairebé en totes les etapes de la vida. Aquesta informació és rellevant i caldrà tenir-la en compte a l'hora d'analitzar els resultats separant les dades per sexes.

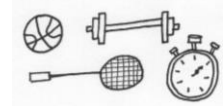


**Fig 8.** Concentració de testosterona en homes des de la gestació a la vida adulta. Font Goodman & Gilman. Les bases farmacològiques de la terapèutica. 12è edició, cap. 41. Extreta de la pàgina [www.accesmedicine.com](http://www.accesmedicine.com)

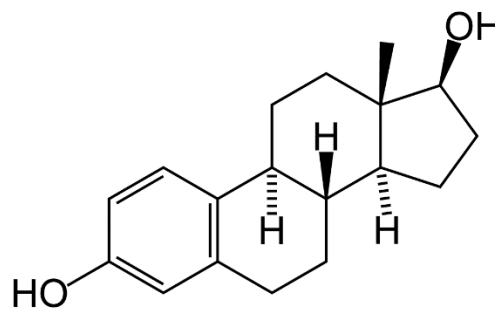
Aquesta constatació ens fa pensar que si volem estudiar algun aspecte que pugui estar relacionat amb la quantitat de testosterona corporal, com és el cas d'aquest treball, hem de fer-ho analitzant mostra de població en el període de la primera infància o al final de la pubertat, ja que els nivells d'aquesta hormona s'estabilitzen.

## ELS ESTRÒGENS

Els estrògens són un tipus d'hormones, del grup dels esteroides, que deriven del ciclopentaperhidrofenantè. Els tres tipus d'estrògens més importants són l'estrone, l'estradiol i l'estriol. Són principalment produïts en els ovaris, encara que també en la placenta durant l'embaràs. Així com la testosterona, els estrògens són presents tant en els homes com en les dones.



Els estrògens tenen un paper important en el desenvolupament dels caràcters sexuals femenins secundaris. També regulen el cicle menstrual i l'ovulació. Són importants en el creixement i manteniment ossi, juntament amb la vitamina D, el calci i altres hormones. A més, són responsables de la coagulació de la sang, i imprescindibles per mantenir el gruix de la paret vaginal i el revestiment de l'úter. Com a conseqüència, trobem reflectits els seus efectes en gran quantitat de parts del cos: ossos, pell, cabell, pits, fins i tot en el cervell.



**Fig 9.** Representació dels estrògens, un tipus d'hormones del grup dels esteroides. Figura extreta de la pàgina:

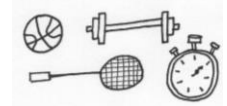
[https://www.google.es/search?q=estrogen&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiSiJaPhJbVAhVHIVAKHceyCYUQ\\_AUI CigB&biw=1455&bih=722#imgrc=1ksdrcCODkQELM](https://www.google.es/search?q=estrogen&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiSiJaPhJbVAhVHIVAKHceyCYUQ_AUI CigB&biw=1455&bih=722#imgrc=1ksdrcCODkQELM)

### 1.3 La ràtio 2D:4D i les habilitats físiques

Està comprovada la influència de la testosterona en el desenvolupament de la força i els músculs, així com els estrògens influeixen en el creixement muscular i incrementen el greix corporal. La massa corporal, el greix acumulat i la força són factors que clarament determinen les capacitats físiques de les persones.

**Si la ràtio 2D:4D ve determinada per la proporció de testosterona i andrògens durant el primer trimestre de l'embaràs, podem inferir que aquesta ràtio pot tenir alguna relació amb la capacitat física o atlètica d'una persona.** Com explicarem més endavant, també han estat nombrosos els estudis fets per determinar aquesta relació.

Per poder avançar en el treball, caldria abans conceptualitzar de forma clara el terme *capacitat física*. Quines són les habilitats físiques bàsiques? Com es mesuren de forma objectiva? De nou,



presento una sèrie de conceptes clau necessaris per definir el segon paràmetre de la relació: les habilitats físiques.

En primer lloc he intentat explicar i diferenciar conceptes com *habilitat física*, *capacitats físiques* i *condició física*. Seguidament presento un breu resum de diferents instruments que al llarg del temps s'han utilitzat per mesurar la condició física fins arribar a la bateria Eurofit, acceptada com a instrument de mesura estàndard de les diferents habilitats, i que, com es veurà més endavant és el que he utilitzat per la part experimental de la recerca.

## Les habilitats físiques i la condició física

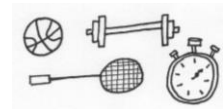
La base de la motricitat humana són les **Habilitats Motrius Bàsiques**, les quals es poden classificar en desplaçaments, girs, salts, recepcions, equilibris i llançaments.

Les podem realitzar gràcies a les **Qualitats Físiques Bàsiques**, que determinen el rendiment d'una persona a l'hora de dur a terme una activitat física quotidiana (portar la compra, pujar les escales, serrar fusta, córrer per agafar el tren...) o esportiva (capacitats físiques bàsiques).

Pel que fa l'activitat física, tenim dos tipus de capacitats. Vénen determinades pel genotip (factors genètics) + fenotip (entorn, entrenament).

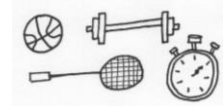
### a) Capacitats físiques bàsiques o capacitats físiques i motrius:

- Força: capacitat, mitjançant la contracció d'un múscul de vèncer, de mantenir o oposar-se a una resistència externa. Trobem tres tipus de força:
  - Força màxima: pot ser de forma estàtica o dinàmica, tensió màxima del múscul durant un temps llarg. Ex: halterofília.
  - Força explosiva, força velocitat o potència: gran rapidesa de contracció muscular per vèncer una resistència gran. Exemple: llançament de pilota, salt a peus junts.
  - Força de resistència: consisteix a mantenir en el temps exercicis repetits de força. Exemple: remar.
  
- Velocitat: capacitat de realitzar una acció en el mínim temps possible. També en trobem de tres tipus:
  - Velocitat gestual: capacitat de fer un moviment en el mínim temps possible. Exemple: passar una pilota.



- Velocitat de reacció: capacitat de reaccionar davant d'un estímul en el mínim temps possible. Exemple: esquivar una pilota.
  - Velocitat de desplaçament: capacitat de recórrer una distància en el mínim temps possible. És el tipus de velocitat que es pot entrenar més fàcilment. Exemple: fer un esprint.
  - Resistència: capacitat d'efectuar o suportar un esforç durant un període de temps llarg. Existeixen dos tipus de resistència:
    - Resistència aeròbica: l'oxigen que normalment arriba als músculs és suficient. Exercicis d'intensitat baixa i de llarga duració.
    - Resistència anaeròbica: l'oxigen que arriba als músculs és insuficient. Exercicis d'intensitat alta i duració curta.
  - Flexibilitat: capacitat d'efectuar un moviment d'una articulació de manera àmplia sense lesions. Es pot mantenir però no millorar. En trobem dos tipus:
    - Flexibilitat dinàmica: en moviment corporal. Exercicis de mobilitat articular.
    - Flexibilitat estàtica: sense moviment corporal. Exercicis d'estiraments.
- b) **Capacitats psicomotrius:**
- Coordinació: capacitat d'efectuar un o més moviments de manera harmònica i ordenada i de combinar moviments per aconseguir-ne de més complexos. Trobem un subtipus que s'anomena coordinació espacial, que consisteix en dominar els moviments corporals respecte d'un objecte ( per exemple, el joc amb pilota).
  - Agilitat: capacitat de realitzar moviments acíclics (canviant de direcció i sentit) de la forma més ràpida possible. Combina principalment la velocitat amb la coordinació.
  - Equilibri : capacitat de controlar el propi cos en l'espai. En trobem de tres tipus:
    - Estàtic: capacitat de mantenir una postura sense l'existència de moviment.
    - Dinàmic : capacitat de desplaçar-se de forma estable per l'espai.
    - Post-moviment: capacitat de controlar el cos després de fer una acció motriu de certa intensitat (caure de peu dret després d'un salt).





Aquestes capacitats constitueixen els components que influeixen en la condició física. El seu desenvolupament s'anomena condicionament físic.

D'algú que presenta unes bones qualitats físiques bàsiques en diem que té una **bona condició física**: suficient nivell d'energia i vitalitat per realitzar tasques quotidianes i esportives sense cansament excessiu. És a dir, la condició o forma física consisteix en la suma de totes les habilitats físiques i determina la capacitat d'una persona per dur a terme una activitat.

A banda d'això, existeixen altres factors que incideixen en el nivell de condició física perquè afecten a sistemes i aparells del cos humà. Els més destacats són els següents:

1. Mantenir la higiene corporal i en l'entorn.
2. Seguir una dieta equilibrada i variada, evitar substàncies perjudicials com l'alcohol, les drogues o el tabac.
3. Dormir entre 7 i 9 hores diàries.

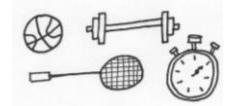
Per millorar la condició física és necessari desenvolupar les capacitats físiques i psicomotrius així com mantenir els hàbits indicats.

Una bona forma física també permet evitar malalties hipocènètiques. Les malalties hipocènètiques són totes aquelles que deriven de la manca d'activitat física i es veuen reforçades si l'alimentació no és equilibrada i variada; les més freqüents són l'obesitat, la hipertensió arterial, la diabetis, les dislipèmies (alteració del nivell de colesterol i triglicèrids), manca de trànsit intestinal (que pot ser un factor de risc pel càncer de còlon), l'ansietat, l'estrès, l'artrosi, entre d'altres.

**Entrenant, podem millorar les mancances i la condició física i reduir el temps que ens cal per a recuperacions i rehabilitacions necessàries a causa del desgast físic.**

Podem mesurar la condició física mitjançant diverses proves que classifiquen en nivells les capacitats físiques d'un individu. Recentment, s'han acordat proves uniformes per determinades comunitats amb l'objectiu d'unificar la mesura de la condició física.

L'any 1965 és creada l'AAHPER (Aliança Americana per la Salut, l'Educació física i la Recreació i dansa), que constava de sis proves per mesurar la força de la musculatura flexora de l'extremitat superior, la velocitat de desplaçament, la resistència muscular abdominal, l'agilitat, la potència de l'extremitat inferior i la resistència cardiovascular. El 1969 la CAHPER (Associació Canadenca per la Salut, l'Educació física i la Recreació) presenta unes proves similars a les anteriors, amb



lleugeres variacions. Respecte a Europa, també es desenvolupen altres proves similars fins que el 1977 es crea en Consell d'Europa un comitè d'experts que es reuneix en successius seminaris i assemblees tals com a París (1979), Birmingham (1980), Lovaina (1981) i Olímpia (1982). Per tal d'obtenir unes proves que englobin totes les creades fins al moment, el 1983 publica una bateria de proves anomenada EUROFIT (*European Research Seminar on Testing Physical Fitness*). Els tests, que s'aplicaren a una mostra de més de 50000 alumnes europeus, queden validats definitivament al maig de 1986 a Formia (Itàlia) i van ser adaptats a Catalunya per la Direcció General de l'Esport (1993).

## 2. Antecedents i treballs fets

En el primer apartat del treball he explicat la hipòtesi de Manning i alguns conceptes biològics i esportius necessaris per a la comprensió global de la meua recerca i ara enceto un nou apartat documentant com s'ha utilitzat la ràtio 2D:4D en estudis posteriors intentant demostrar diferents relacions.

### 2.1 La Ràtio 2D:4D com a predictor de trets, habilitats i conductes

Acceptada la hipòtesi de Manning, és a dir, que la ràtio 2D:4D no és un tret casual, sinó que va lligada a l'exposició fetal de testosterona i estrògens durant el primer trimestre de l'embaràs, nombrosos estudis han volgut relacionar aquesta ràtio amb trets, habilitats i conductes humanes, relació que podria permetre utilitzar aquesta ràtio com a predictor de les mateixes. Com ja he exposat en el primer apartat, a partir del 2010 s'arriben a realitzar una mitjana de 60 estudis l'any entorn a aquest tema.

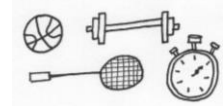
A continuació presento alguns d'aquest estudis i algunes de les relacions que s'han volgut demostrar en diferents camps.

En el camp cognitiu i de la personalitat, trobem estudis que estableixen que una ràtio 2D:4D més baixa suposa:

- Dones habitualment més competitives i assertives<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Wilson, Glenn D. Finger-length as an index of assertiveness in women. *Pers indiv Differ*. 1983.4(1):111–112.



- Agressivitat més marcada en els homes<sup>6</sup>
- Escriptura a mà més masculinitzada<sup>7</sup>
- Percepció de "dominància" i masculinitat en els tret facials dels homes<sup>8</sup>
- En un context orquestral, major habilitat musical en els homes<sup>9</sup>

I en aquest mateix camp, el cognitiu i de la personalitat, una ràtio més alta podria indicar:

- Un caràcter més "femení"<sup>10</sup>
- Tendència a tenir creences paranormals i supersticioses entre els homes<sup>11</sup>
- Obtenció de qualificacions més altes als exàmens en els homes<sup>12</sup>

En el camp de la salut, també són nombrosos els estudis que han buscat correlacions. Una ràtio baixa podria indicar:

- Augment de la freqüència del TDAH en els homes.<sup>13</sup>

---

<sup>6</sup> Bailey AA, Hurd PL. Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women. *Biol Psychol*. 2005;68(3):215–222

<sup>7</sup> Beech JR, MacKintosh IC. Do differences in sex hormones affect handwriting style?. Evidence from digit ratio and sex role identity as determinants of the sex of handwriting. *Pers indiv Differ*. 2005;39(2): 459–68.

<sup>8</sup> Neave N, Laing S, Fink B, Manning JT. Second to fourth digit ratio, testosterone and perceived male dominance. *Proceedings of the Royal Society B*. 2003; 270 (1529): 2167–2172.

Burriss RP, Little AC, Nelson EC. 2D:4D and sexually dimorphic facial characteristics. *Arch Sex Behav*. 2007;36 (3): 377–384

<sup>9</sup> Sluming VA, Manning JT. Second to fourth digit ratio in elite musicians Evidence for musical ability as an honest signal of male fitness. *Evol Hum Behav*. 2000;21(1):1–9.

<sup>10</sup> Austin EJ, Manning JT, McInroy K, Mathews E. A preliminary investigation of the associations between personality, cognitive ability and digit ratio. *Pers indiv Differ*. 2002. 33(7): 1115–1124.

Honk J, Schutter DJ, Bos PA, Kruijt AW, Lentjes EG, Baron-Cohene S. Testosterone administration impairs cognitive empathy in women depending on second-to-fourth digit ratio. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011;108(8):3448–3452.

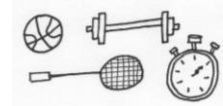
Luxen MF, Buunk BP. Second-to-fourth digit ratio related to Verbal and Numerical Intelligence and the Big Five. *Pers indiv Differ*. 2005;39(5): 959–966.

<sup>11</sup> Voracek M. Who wants to believe? Associations between digit ratio (2D:4D) and paranormal and superstitious beliefs. *Pers indiv Differ*. 2009;47 (2):105–109.

<sup>12</sup> Brosnan MJ. Digit ratio as an indicator of numeracy relative to literacy in 7-year-old British schoolchildren. *Brit J Clin Psychology*. 2008;99 (Pt 1): 75–85.

<sup>13</sup> McFadden D, Westhafer JG, Pasanen E.G, Carlson C.L, Tucker DM. Physiological evidence of hypermasculinization in boys with the inattentive subtype of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Clinical Neuroscience Research*. 2005; 5(5–6): 233–245.

Stevenson JC, Everson PM, Williams DC, Hipskind G, Grimes M, Mahoney ER. Attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) symptoms and digit ratios in a college sample. *Am J Hum Biol*. 2007; 19(1):41–50.



- Reducció del risc, en les dones, de patir anorèxia nerviosa<sup>14</sup> i en els homes de patir trastorns alimentaris<sup>15</sup>

Una ràtio alta, pot ser que tingui correlació amb diferents trets també relacionats amb la salut, segons diferents estudis consultats:

- En realitzar un recompte s'observa una menor quantitat d'espermatozoides<sup>16</sup>.
- Augment del risc de patir malalties cardiovasculars en els homes.<sup>17</sup>
- Augment del risc de patir obesitat i la síndrome metabòlica en els homes.<sup>18</sup>
- Reducció del risc de patir càncer de pròstata.<sup>19</sup>
- Mida reduïda dels mascles recent nascuts.<sup>20</sup>
- Augment del risc de patir malalties mentals com depressió en els homes<sup>21</sup>, esquizofrènia<sup>22</sup>, psicopatia en les dones<sup>23</sup> i ansietat en els homes<sup>24</sup>.

---

Martel MM, Gobrogge KL, Breedlove SM, Nigg JT. Masculinized Finger-Length Ratios of Boys, but Not Girls, Are Associated With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Behavioral Neuroscience*. 2008;122(2):273–281.

Martel MM. Conscientiousness as a mediator of the association between masculinized finger-length ratios and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *J Child Psychol Psychiatry*. 2009;50(7): 790–798. s

<sup>14</sup> Klump KL, Gobrogge KL, Perkins PS, Thorne D, Sisk, CL, Breedlove SM. Preliminary evidence that gonadal hormones organize and activate disordered eating. *Psychol Med*. 2006;36(4):539–546.

<sup>15</sup> Smith AR, Hawkeswood SE, Joiner TE. The measure of a man: Associations between digit ratio and disordered eating in males. *Int J Eat Disord*. 2009;28(1): 191–194.

<sup>16</sup> Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*. 1998;13 (11): 3000–3004.

<sup>17</sup> Manning JT, Bundred PE. The ratio of second to fourth digit length and age at first myocardial infarction in men: a link with testosterone?. *British Journal of Cardiology*. 2001;8(12) 720–723.

<sup>18</sup> Fink B, Manning JT, Neave N. The 2nd-4th digit ratio (2D:4D) and neck circumference: implications for risk factors in coronary heart disease. *International Journal of Obesity*. 2006;30(4): 711–714.

<sup>19</sup> Walsh F. Index finger length prostate cancer clue. *BBC News*. Disponible des de: <http://www.bbc.co.uk/news/health-11880415> (consultat el 5/06/2017).

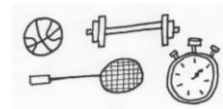
<sup>20</sup> Ronalds G, Phillips DIW, Godfrey KM, Manning JT. The ratio of second to fourth digit lengths: a marker of impaired fetal growth? *Early Hum. Dev.*;2002;68:21–26.

<sup>21</sup> Bailey A, Hurd P, Allison A. Depression in men is associated with more feminine finger length ratios. *Pers indiv Differ*. 2005;39(4): 829–836

<sup>22</sup> Arató M, Frecska E, Beck C, An M, Kiss H. Digit length pattern in schizophrenia suggests disturbed prenatal hemispheric lateralization. *Progress in Neuro-psychopharmacology & Biological Psychiatry*. 2004;28(1): 191–194

<sup>23</sup> Blanchard A, Lyons, M. An Investigation into the Relationship between Digit Length Ratio and Psychopathy. *British Journal of Forensic Practice*. 2010;12(2):23.

<sup>24</sup> Evardone, Alexander A. Anxiety, Sex-linked Behavior, and Digit Ratios. *Arch Sex Behav*. 2009; 38(3): 442–455.



Finalment, també s'ha estudiat àmpliament la relació de la ràtio 2D:4D amb l'orientació sexual. I així com s'ha pogut observar que les lesbianes, de mitjana, tenen un índex digital més baix que les dones heterosexuales<sup>25</sup> no s'ha pogut demostrar que un alt índex digital podria indicar l'homosexualitat en els homes.

Tot i aquest allau d'estudis científics que busquen, i alguns troben, correlacions significatives, també cal alertar de la publicació en mitjans populars d'informacions que presenten la influència de la ràtio sobre diferents trets com a determinista i alguns, fins i tot, ho transformen en espectacle.

“Cuando el dedo anular es más largo que el dedo índice: El dedo anular nos indica un tipo de persona amigables, simpáticas, encantadores que se relacionan fácilmente con las demás personas. Entre otras cosas son agresivos y tienden a tomar riesgos. Los investigadores encontraron también que las personas con el dedo anular más largo, ganan más dinero que sus colegas con el dedo anular más corto. O sea que son unas personas con horizontes largos y con ganas de superarse.”

Cita extreta de: <https://jyrox.com/tus-desdos-de-la-mano-lo-dicen-todo>

A la xarxa trobem incomptables vídeos que asseguruen poder predir o determinar la teva vida social, amorosa i fins i tot sexual només fent un cop d'ull als teus dits.

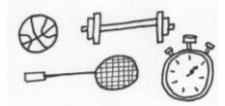


**Fig 10.** Exemples de vídeos que asseguruen poder predir o determinar la teva vida social, amorosa i fins i tot sexual només fent un cop d'ull als teus dits. Extrets de la pàgina <https://www.youtube.com/watch?v=yuMyDVa81Go>

<sup>25</sup> Csathó A, Osváth A, Bicsák E, Karádi K, Manning J, Kállai J. Sex role identity related to the ràtio of second to fourth digit length in women. *Biol Psychol.* 2003;62(2): 147–156.

Williams TJ, Pepitone ME, Christensen SE. Finger-length ràtios and sexual orientation. *Nature.* 2000;404 (6777): 455–456.

Tortorice JL. Written on the body : butch/femme lesbian gender identity and biological correlates. Rutgers University. 2002. 67. McFadden D, Shubel E. Relative lengths of fingers and toes in human males and females. *Horm Behav.* 2002;42(4):492–500.



Deixant de banda aquests usos més populistes de la ràtio, en molts estudis estadístics rigorosos es mostren certes correlacions, més o menys fortes, però, al meu entendre, estem lluny de poder definir de forma clara i determinista un perfil de persona en funció de la seva ràtio digital.

## 2.2 La ràtio 2D:4D com a predictor de la capacitat atlètica

Com he dit anteriorment, hi ha diversos estudis que han relacionat esport i ràtio digital.

Per una banda, cal recordar que alguns estudis han demostrat relació de la ràtio amb trets de personalitat que poden tenir una incidència directa en les habilitats físiques d'una persona, per exemple el fet que les dones amb baixa ràtio siguin habitualment més competitives i assertives i que els homes amb ràtio més alta mostrin un nivell d'agressivitat més marcada.

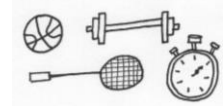
Per altra banda, hi ha estudis que directament examinen la relació de la ràtio 2D:4D amb l'esport:

- Un estudi de Manning<sup>26</sup> determina que una ràtio baixa significa més rendiment en l'esport. En aquest estudi es van utilitzar les habilitats en el futbol com a mostra de les habilitats esportives masculines. Els resultats van ser que els homes amb ràtio més baixa van obtenir més rendiment en diverses proves i més puntuació en rotació mental (habilitat visual-espacial). Els jugadors titulars de futbol professional tenien ràtios més baixes que els reserves o els d'equips amateurs. També mostraven ràtios més baixes els jugadors de seleccions, els internacionals. Suggereixen que la testosterona prenatal promou el desenvolupament i manteniment de trets útils en disciplines esportives.
- També he trobat estudis<sup>27</sup> que examinen la relació de l'esport i la ràtio incloent el sector femení. En l'estudi de Horm es presenten per primera vegada dades de dos estudis que consideren associacions entre la ràtio 2D:4D i la condició física en les dones. En un primer estudi es realitza una mostra de nois adolescents (n = 114) i noies (n = 175) i es conclou que 2D: 4D està relacionat negativament amb la condició física tant en homes com en dones. En un segon estudi es fa una mostra d'homes joves (n = 102) i dones (n = 77), i

---

<sup>26</sup> Manning JT, Taylor RP. Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans. *Evol Hum Behav.* 2001;22(1): 61–69.

<sup>27</sup> [Horm Behav.](#) 2006 Apr;49(4):545-9. Epub 2006 Jan 3. Digit ratio (2D:4D) and physical fitness in males and females: Evidence for effects of prenatal androgens on sexually selected traits. [Hönekopp J<sup>1</sup>, Manning J](#), Müller



també es conclou una relació, si bé en aquest cas s'afirma que la relació pot veure's condicionada per la pràctica de l'esport.

- D'altra banda, he trobat rellevant un estudi<sup>28</sup> que té per objectiu determinar si la diferència en la longitud dels dits 2 i 4 incideix en el pronòstic de la capacitat atlètica. La mostra es va prendre en 157 individus de sexe masculí entre 10 i 25 anys. L'estudi conclou que les prediccions (una ràtio baixa significa una bona capacitat atlètica) van funcionar en població universitària, però va fallar molt en l'edat escolar, potser a causa dels baixos nivells de testosterona i falta de maduresa muscular-esquelètica.
- El mateix Dr. Manning, en diferents conferències i entrevistes, realitza afirmacions molt clares respecte a la relació de la ràtio amb l'esport:

“Reúne a 5 corredores masculinos de edades similares y con similares entrenamientos y, únicamente midiendo las longitudes de sus anulares, realiza una predicción sobre el resultado de la carrera que van a realizar. ¿Que qué tiene que ver la testosterona con el atletismo? Pues realmente bastante, porque **a igualdad de edad y entrenamiento**, en teoría será más rápido aquel que posea más testosterona”

Cita extreta de: [http://www.dailymotion.com/video/xbbrkf\\_testosterona-y-dedo-anular-j-mannin\\_school](http://www.dailymotion.com/video/xbbrkf_testosterona-y-dedo-anular-j-mannin_school)

“To about point eight nine in a very very good athletes hands.”

- (Amb ràtio de 0'89 per avall són mans de bons atletes)

Cita extreta de: <https://www.youtube.com/watch?v=9sMc4uUGkIQ>

“If you look at something like middle distance running you will see that these ràtios are strongly predictive of running speed over say 1500 meters or 5000 meters or 10,000 meters it's a typical scatter diagram but basically what that is saying is that if you've got a low ràtio and you run five races you end up in the first five run about first second third fourth fifth if you got a high ràtio you end up about 45th in the race incredibly. “

- (En distàncies mitjanes els homes amb ràtio baixa quedaran entre els cinc primers)

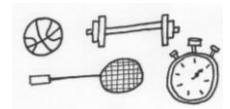
Cita extreta de: <https://www.youtube.com/watch?v=9sMc4uUGkIQ>

- Només he trobat un estudi, fet per Ehsan Eghbali<sup>29</sup>, que faci referència a la relació entre ràtio 2D:4D i diferents habilitats físiques. Conclou que no hi ha relació entre les habilitats físiques i la ràtio mencionada. Aquest estudi però es va dur a terme amb menors en

---

<sup>28</sup> Mauricio Reyes Cortes, Paola Loza Gomez, Raziell Lizarraga caballero, Ruben Eduardo Torres Galicia, Yadhith Nycte-ha Ruiz del Campo Yshima. asESOr: dr. Ricardo Gonzalez Domínguez Instituto Vasco de Quiroga Ciencias Biológicas, Bioquímica y Medicas

<sup>29</sup> Ehsan Eghbali Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. The relationship between digit ratio (2D:4D) and physical fitness in boys 7 to 13 years



període per pubertat, quan la ràtio encara no està fixada de forma permanent ni les habilitats físiques desenvolupades al màxim.

És en aquest punt on sorgeixen les meves hipòtesis pel treball experimental. Em pregunto si més enllà dels estudis ja fets, es podria demostrar una certa correlació de la ràtio 2D:4D amb alguna habilitat física en concret, i si la relació entre la ràtio (factor genètic, no alterable) i les habilitats físiques és major que la que hi pugui haver entre les habilitats físiques i la pràctica continuada d'esport (factor conductual, social i canviant).

Així em podria plantejar en quina mesura una certa correlació demostrada ha de ser o no determinista.

## II. PLANTEJAMENT DE LA RECERCA

Per realitzar la part experimental del treball, he formulat quatre hipòtesis de les quals partirà la recerca. Aleshores, l'objectiu de la part pràctica és comprovar les següents hipòtesis:

- La ràtio 2D:4D està relacionada amb la condició física
- La ràtio 2D:4D es relaciona de diferent forma amb cada una de les habilitats físiques.
- La pràctica habitual d'esport està relacionada amb la condició física.
- La pràctica habitual d'esport es relaciona de diferent forma amb cada una de les habilitats físiques.
- La correlació entre la ràtio 2D:4D i la condició física no és superior a la correlació entre la pràctica de l'esport i la condició física.

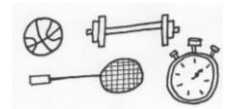
### Dades:

- Mesura dits 2D:4D
- Resultats de les proves estandaritzades per mesurar habilitats físiques: Bateria Eurofit
- Qüestionari sobre pràctica de l'esport: classificació segons una escala, en quatre nivells de pràctica

### Mostra:

- 86 adolescents d'entre 15 i 18 anys ( 3r d'ESO i 1r de Batxillerat)





- Grups de mostra: per any de naixement, per sexe
- El criteri de selecció: alumnes que tinguin les proves Eurofit completes i que donin el seu consentiment

### III.MATERIALS I MÈTODES

#### 1. Població d'estudi

Per a dur a terme la meua recerca dispo de una mostra de 86 alumnes de primer de batxillerat (16-17 anys) i tercer d'ESO (14-15 anys). Treballo amb aquestes franges d'edat perquè em permeten comparar les dades preses en individus amb una diferència d'edat significativa. D'altra banda, és necessari que les hormones sexuals estiguin fixades, això succeeix passada la pubertat, als 14 anys. Per últim, tots els participants han de tenir completes les proves Eurofit realitzades a l'Institut i, en el meu cas, aquest fet es donava en els dos cursos mencionats. En la següent taula es poden veure les freqüències:

**Taula 4.** Freqüències absolutes de la mostra

Alumnes 1 batx	58	Alumnes 3r Eso	28	86
Nois	27	Nois	17	44
Noies	31	Noies	11	42

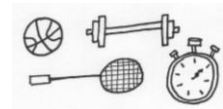
Inicialment partia d'una mostra de 99 alumnes, dels quals en vaig descartar 13 que no tenien les proves completes o no volgueren participar.

Abans de poder recollir les dades que necessito d'aquesta mostra, cal obtenir una sèrie de consentiments: el de l'Institut perquè se'm puguin facilitar dades dels alumnes i l'autorització del propi participant perquè les pugui utilitzar (consentiment informat)<sup>30</sup>.

- ✓ Consentiment Informat: el Consentiment Informat és un document que serveix per posar d'acord l'autor d'un treball de recerca i les persones que faciliten les dades sobre alguns aspectes referents a la recerca i que els impliquen.
  - Títol del treball de recerca

---

<sup>30</sup> La documentació utilitzada es troba en l'Annex 1



- Autor i tutor
- Objectiu que es proposa.
- Quines dades es recolliran de cada participant, com es farà i quin temps requerirà que inverteixi el participant.
- Com pot obtenir informació dels resultats de la recerca.

La UNESCO, en el document que porta per títol Declaración Universal sobre *Bioética y Derechos Humanos* dedica l'apartat 6.2 al Consentiment per les investigacions:

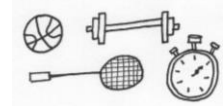
“La investigación científica sólo se debería llevar a cabo previo consentimiento libre, expreso e informado de la persona interesada. La información debería ser adecuada, facilitarse de forma comprensible e incluir las modalidades para la revocación del consentimiento. La persona interesada podrá revocar su consentimiento en todo momento y por cualquier motivo, sin que esto entrañe para ella desventaja o perjuicio alguno. Las excepciones a este principio deberían hacerse únicamente de conformidad con las normas éticas y jurídicas aprobadas por los Estados, de forma compatible con los principios y disposiciones enunciados en la presente.”

Els comitès d'ètica d'universitats o institucions que realitzen treball de recerca recomanen que sempre que en les recerques es treballi amb dades personals dels participants es demani el seu Consentiment Informat.

- ✓ Autorització de la direcció del centre: La UNESCO també recomana en l'article 6.3 de la *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos* que quan la recerca es fa amb la intervenció dels participants d'un grup que se sol·liciti el consentiment de la persona que té capacitat legal sobre el grup. També indica que no pot substituir el Consentiment personal de cada un dels participants.

“En los casos correspondientes a investigaciones llevadas a cabo en un grupo de personas o una comunidad, se podrá pedir además el acuerdo de los representantes legales del grupo o la comunidad en cuestión. El acuerdo colectivo de una comunidad o el consentimiento de un dirigente comunitario u otra autoridad no deberían sustituir en caso alguno el consentimiento informado de una persona.”

Pel fet que tots els participants en la recerca són alumnes de l'INS Bosc de La Coma, presento una carta dirigida a la direcció del centre en la qual informo dels propòsits del treball, de la mostra d'alumnes del centre que hi participaran i de les dades que utilitzaré i en demano la seva autorització.



- ✓ Sol·licitud de col·laboració del Departament d'Educació Física. Per poder obtenir dades sobre els resultats de les proves de rendiment realitzades pels professors d'Educació Física adreço també una carta explicant el projecte de recerca i els seus objectius i demano la seva col·laboració.

## 2. Dades recollides

Per realitzar la recerca experimental es necessiten tres dades d'un individu:

- En primer lloc, la ràtio 2D:4D tant de la mà dreta com de la mà esquerra com a marcador per correlacionar amb la condició física.
- En segon lloc, la condició física dels individus mitjançant l'ús de la bateria Eurofit<sup>31</sup>.
- Finalment, les dades referents a la pràctica rutinària d'esport per part dels membres de la població.

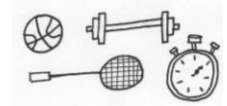
### 2.1 Dades recollides de la població: càlcul del ràtio 2D:4D

El càlcul de la ràtio 2D:4D es realitza mitjançant la mesura dels dits índex (2D) i anular (4D) amb l'ús d'un peu de rei digital (eina explicada a continuació). La mesura dels dits la realitzo quan els participants resolen el qüestionari de la pràctica d'esport (veure apartat 2.3). El protocol de mesura seguit és el següent:

- 1- És necessària l'ajuda d'un company per tal d'agilitzar el procés i poder mesurar els dits correctament. Una persona s'ocupa del qüestionari i l'altra, del mesurament. La persona que mesura és sempre la mateixa per evitar diferències derivades de la manera d'executar la mesura.
- 2- Els individus són cridats de dos en dos: mentre un respon el qüestionari sobre les habilitats esportives, es mesuren els dits de l'altre individu. Mètode per mesurar els dits:
  - 2.1- L'individu estudiat es col·loca assegut davant la persona que el mesura, de cares.

---

<sup>31</sup> (1988) Eurofit, handbook for the Eurofit tests of physical fitness. Rome: Edigraf Editoriale Grafica.



2.2- Mostra el palmell de la mà dreta com a part superior de la mà i recolzat damunt una superfície plana. Amb el peu de rei digital es mesura el dit 4 des de la ratlla inferior marcada de l'articulació fins a la part superior del dit, sense pressionar i el més centrat possible. Cal obrir la mandíbula exterior de l'instrument fins a obtenir una mesura aproximada del dit, ajustar-la amb el fixador fins a aconseguir la més precisa possible. Es fa el mateix pel dit 2. Es repeteix el procediment per tal de tenir 2 mesures de cada dit.

2.3- Es realitza el mateix procés per mesurar la mà esquerra.

2.4- Simultàniament l'ajudant anota les mesures obtingudes amb dos decimals.

3- Són necessàries dues mesures de cada dit per augmentar la precisió: amb el programa Microsoft Excel 2010 es calculen les mitjanes de les dues mesures de cada individu formant els valors objecte d'estudi.

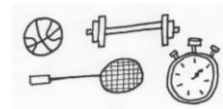
4- S'intercanvien els estudiants.



**Fig 11.** Il·lustració del mètode de mesurament de mans . Imatge de:

<http://tinyurl.com/ybse29zt> extreta el 4/09/17.

Considero una ràtio alta si és superior a 1 , és a dir, que el quart dit (4D) és més petit que el segon (2D) . En cas de ser inferior es considera baixa (el dit índex és més baix que l'anular). En el meu estudi no es dóna cap cas on la ràtio sigui igual que 1; és a dir, que els dos dits tinguin la mateixa longitud. Com que les dades obtingudes de ràtio són molt pròximes entre elles (totes estan compreses entre un interval de 0,9 i 1,1 ), he decidit passar-les totes a logaritme de base 10 per tal de poder-les interpretar de forma més clara, ja que es troben compreses en un rang

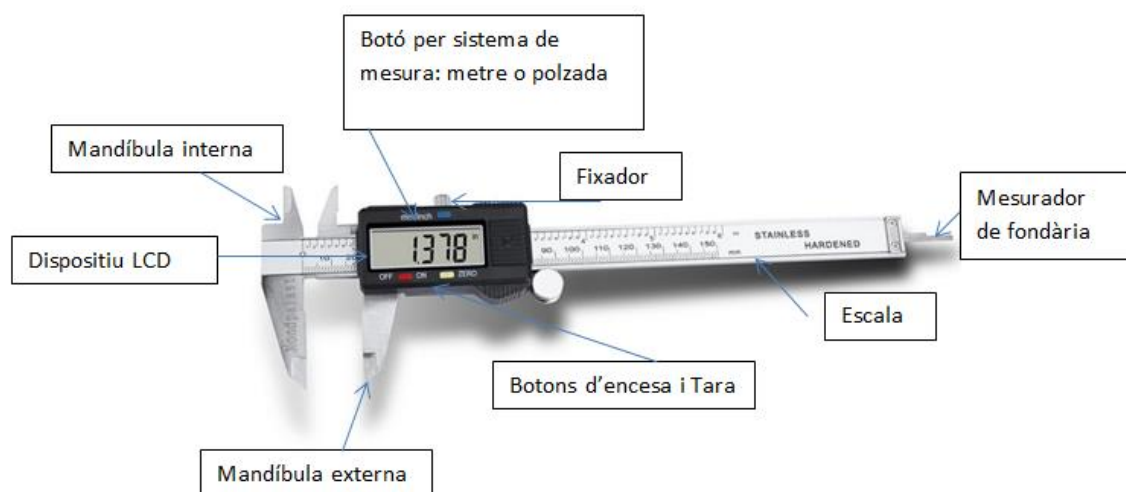


molt petit. Quan es fa aquesta conversió, el creixement no és tan lent i les dades es presenten en un ventall més ampli de valors.

Finalment, tot i que he mesurat prèviament tant els dits de la mà dreta com els de l'esquerra dels individus, només realitzaré el meu estudi amb les dades obtingudes referents a la ràtio de la seva mà dreta, ja que la majoria dels estudis previs afirmen que és aquesta mà la que cal tenir en compte per estudiar qualsevol correlació. En el moment de recollida de dades no havia completat encara la fonamentació teòrica d'estudis previs i no sabia, doncs, quina dada em resultaria més útil.

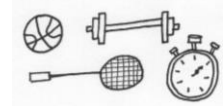
### 2.1.1 El peu de rei digital

El peu de rei digital és un aparell que serveix per mesurar longituds petites, gruixos, profunditats, diàmetres exteriors i interiors de tubs... amb molta precisió. En el cas del que he utilitzat, mesura fins a la centèsima de mil·límetre. Té dues parts: un regle graduat fix i un altre de mòbil, que permet una precisió més elevada. La diferència bàsica de l'analògic amb el digital és que el darrer mostra la mesura exacta en una petita pantalla LCD.



**Fig.12** Imatge representativa d'un peu de rei digital. Imatge extreta de la pàgina: <http://bloc-tecnosantlluis.blogspot.com.es/2013/05/peu-de-rei.html>. Etiquetes afegides personalment.

### 2.2 Dades recollides de la població: condició física



La condició física dels membres de la població l'analitzo mitjançant l'ús de les dades de la bateria Eurofit. Aquesta bateria consta d'un conjunt de nou proves d'aptitud física que s'utilitzen per mesurar els principals factors de la condició física dels nois i noies en edat escolar (de sis a divuit anys), en funció dels barems d'unes taules establertes per a cada edat i sexe. Els resultats que s'obtenen es poden comparar amb d'altres seguint la mateixa descripció de la bateria original. Aquesta sèrie de proves estan dissenyades per ser realitzades amb poc material i en un temps de 35-40 minuts. Els tests són fàcilment aplicables a tots els alumnes en edat escolar, són poc costosos i de fàcil realització. Constitueixen les dades de les quals parteixo per tal de determinar la condició física d'un estudiant i, posteriorment, relacionar-la amb la seva ràtio 2D:4D.

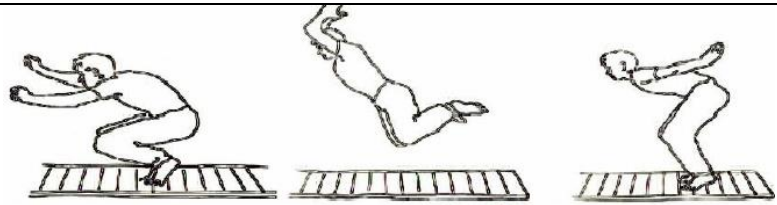
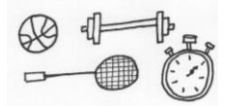
Troblem set tipus de capacitats físiques i nou proves per mesurar-les resumides breument a la Taula 5. Més endavant es troben descrites amb detall aquelles que hem dut a terme els alumnes de l'Institut Bosc de la Coma i que, per tant, seran objecte del meu estudi.

**Taula 5.** Resum de les diferents proves físiques incloses en la bateria Eurofit. Aquestes estan agrupades en dos grans grups referents a la capacitat física i psicomotricitat.<sup>32</sup>

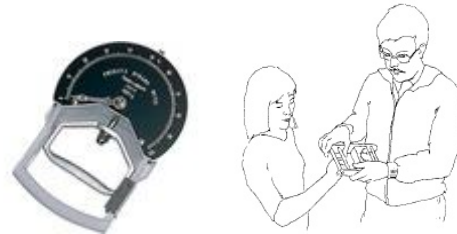
CAPACITAT		PROVA
Física	Resistència	<p>Course Navette (resistència anaeròbica pulmonar)</p>
	Força	<p>a. Salt horitzontal de longitud sense impuls amb els peus junts (mesura la força explosiva de les extremitats inferiors)</p>

<sup>32</sup>

Figures de la taula extretes de <http://edfisicamorilla.blogspot.com.es/p/eurofit-bateria-de-tests-para-la.html>.



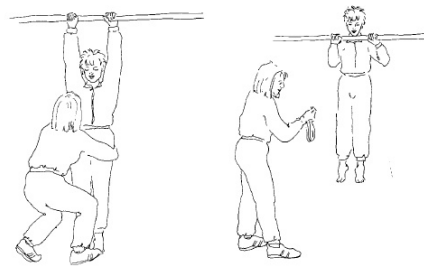
b. Tracció de dinamòmetre (força màxima estàtica) amb la mà que es prefereixi.



c. Abdominals flexió-extensió 45º (força resistència)

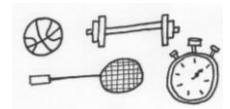


d. Suspensió amb flexió de braços mantinguda (força màxima). Equivalent a la prova de llançament de pilota medicinal.



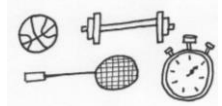
Velocitat

a. Colpejar dues plaques ràpidament i alternativament amb la mà que es prefereixi (determina la velocitat gestual d'un membre superior)



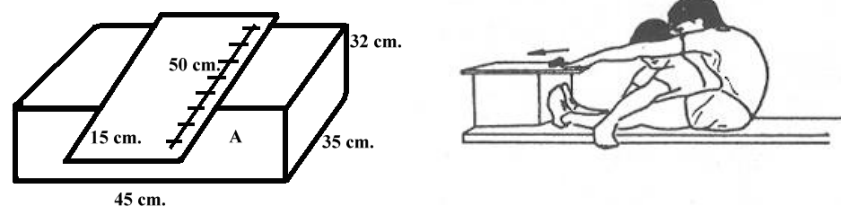
	Flexibilitat	<p>Flexibilitat estàtica del tronc en una caixa: arribar tan lluny com es pugui amb les mans esteses i flexionant el cos, des de la posició d'assegut a terra.</p>
Psicomotriu	Equilibri	<p>Equilibri de flamenc (en un peu sobre una barra de 3cm d'amplada) durant un minut, es conten els cops que es cau. Es mesura l'equilibri estàtic.</p>
	Agilitat	<p>Cursa 5 x 10 metres (d'anada i tornada), mesura l'agilitat i la velocitat de desplaçament.</p>
	Coordinació	<p>No hi ha prova específica per a la coordinació; ja és necessària en totes les anteriors.</p>





De tot aquest ventall de proves, seguidament exposo les que hem realitzat al nostre institut, INS Bosc de la Coma, a inici de curs. Per tant, els individus estudiats en el meu treball hauran realitzat de manera completa cada una de les proves següents:

**2.2.1. Flexibilitat de tronc:** com el seu nom indica, determina la capacitat de flexió de tronc i mesura la flexibilitat estàtica. L'individu seurà a terra davant del calaix i descalç, amb la planta dels peus en contacte amb la cara A del calaix representat a la figura 13, sense doblegar les cames, ha de flexionar-se endavant amb els braços estesos i intentar arribar el més lluny possible de la regleta, aguantant dos segons en aquesta posició per enregistrar el resultat. No es poden doblegar les cames ni realitzar rebots.



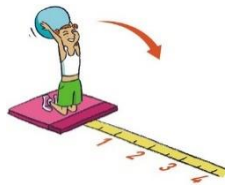
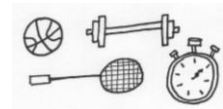
**Fig. 13.** Descripció esquemàtica de la prova de flexibilitat de tronc. Figura descarregada de <http://edfiscamorilla.blogspot.com.es/p/eurofit-bateria-de-tests-para-la.html>

**2.2.2 Força abdominal:** la prova tracta de realitzar el màxim de flexo-extensions abdominals, de 45 graus i amb retorn a la posició inicial, possibles durant un període de trenta segons. Mesura la força resistència abdominal.



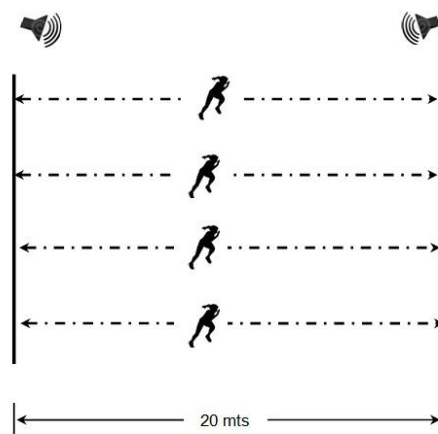
**Fig. 14.** Descripció esquemàtica de la prova de força abdominal. Figura descarregada de <http://www.menshealth.es/perder-peso/articulo/abrasa-la-grasa-en-15-minutos>

**2.2.3 Llançament de pilota medicinal:** té l'objectiu de mesurar la força explosiva de les extremitats superiors mitjançant la longitud a la qual l'individu pot llançar la pilota medicinal (d'un pes de 2kg) sense flexió de les extremitats inferiors, per tal que la força d'aquestes no intervingui en el resultat.



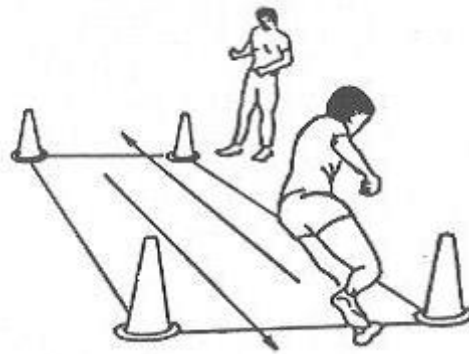
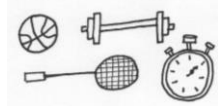
**Fig.15.** Descripció esquemàtica de la prova de força de braços. Figura descarregada de <http://www.educa.madrid.org/web/cp.alarcon.valdemoro/Web/ColePAA10/Encabezams/JugandoalAtletismo.htm>

**2.2.4 Course Navette:** mesura la resistència pulmonar anaeròbica. És necessari un àudio gravat especialment per a aquesta prova. Aquest enregistrament consta d'un so rítmic que en augmentant la freqüència. Els participants han de córrer una distància de 20 metres entre senyal i senyal. Quan esdevenen incapaços de seguir el ritme que marca l'àudio anoten l'última fase a la qual han arribat, dictada pel mateix enregistrament.



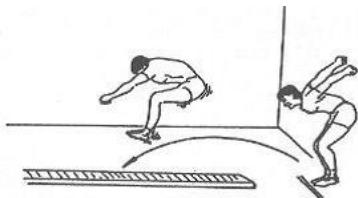
**Fig. 16.** Descripció esquemàtica de la prova de resistència anaeròbica. Figura descarregada de: <https://entrenadorpersonalbilbao.wordpress.com/2016/07/03/claves-para-rendir-al-maximo-en-la-course-navette/>

**2.2.5 Desplaçament 10\*5:** consisteix a mesurar el temps que es tarda a córrer 10 vegades una distància de 5m amb un canvi de direcció després de cada desplaçament. Té l'objectiu de mesurar la velocitat de desplaçament i l'agilitat de l'individu.



**Fig. 17.** Descripció esquemàtica de la prova de velocitat i agilitat. Figura descarregada de: <http://edfiscamorilla.blogspot.com.es/p/eurofit-bateria-de-tests-para-la.html>

**2.2.6 Salt horitzontal:** es mesura la força explosiva que pot fer el participant amb les extremitats inferiors. Aquest ha de saltar amb els peus junts el màxim de distància possible. S'agafa la mesura que queda més endavant respecte del punt de partida. Es pot comptar amb l'ajuda de l'impuls dels braços, com es veu en la imatge 18.

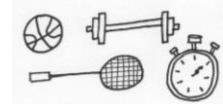


**Fig. 18.** Descripció esquemàtica de la prova de força de cames. Figura descarregada de: <http://edfiscamorilla.blogspot.com.es/p/eurofit-bateria-de-tests-para-la.html>

Com a annex del treball (annex 2) s'han adjuntat les taules utilitzades per a la classificació puntuable de l'1 al 10 de les habilitats esportives segons l'edat i el sexe de cada participant. En cada una d'aquestes proves l'alumne pot obtenir un màxim de 10 punts segons les taules estandarditzades. Com que hi ha 6 proves, la condició física ve donada per un valor numèric sobre 60. Pel que fa l'agilitat, les dades han hagut d'estar tractades restant de 25<sup>33</sup> el valor directe obtingut de la prova. Això és degut al fet que és mesurada mitjançant el temps (segons) que es tarda a realitzar uns desplaçaments determinats, de manera que com més temps s'empra, l'agilitat disminueix. Quan la correlació és amb qualsevol altra variable, el coeficient de Pearson no expressaria la correlació entre la variable amb l'agilitat sinó amb la "poca agilitat", i resultaria invers.

---

<sup>33</sup> Es resta de 25 ja que no hi ha cap valor obtingut de la prova que superi aquesta xifra i així s'evita treballar amb nombres negatius.



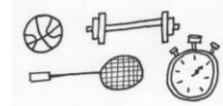
### 2.3 Dades recollides de la població: pràctica rutinària d'activitats físiques o esportives

Finalment per cada membre de la població puntuo la pràctica d'activitats físiques o esportives. Aquesta la recopilo mitjançant l'ús d'un qüestionari amb diferents preguntes sobre la pràctica de l'esport i, en cas afirmatiu, de quin es tracta i si es practica de forma federada. També es demana al participant si practica alguna altra activitat física, de quina es tracta i les hores d'esport en total que es realitzen durant tota la setmana<sup>34</sup>. Mitjançant aquestes dades cada individu de la població cada individu és assignat a una categoria, tal i com es descriu a la Taula 6 que es presenta a continuació. El valor assignat varia entre 0, sedentari, i 3, considerat molt esportista. Els barems de classificació d'aquest tipus de dades es realitzen a partir de la taula que es troba a continuació, consensuada amb els professors d'educació física del meu institut.

**Taula 6.** Classificació de l'individu segons la seva pràctica esportiva.

SEDENTARI 0	POC ESPORTISTA 1	ESPORTISTA HABITUAL 2	MOLT ESPORTISTA 3
-Practiques esport? NO	-Practiques esport? Sí	-Practiques esport? Sí	-Practiques esport? Sí
-Hores/setmana 1h o menys	- Federat? NO	- Federat? NO/Sí	-Des de quan? Més de dos anys
	-Hores/setmana Entre 1 i 2h.	-Hores/setmana 3h 4h Entre 5 o 6h	- Federat? Sí
			-Hores/setmana Més de 7
Les preguntes relatives a quin esport practiques i a quines activitats esportives fas serveixen per confirmar que les hores comptabilitzades com a pràctica d'esport requereixen exercici físic (es descartarien respostes tals com escacs o altres activitats no físiques)			

<sup>34</sup> Es pot consultar el qüestionari passat a l'Annex 3



### 3. Gestió i tractament estadístic de les dades

Com s'exposa en el Consentiment Informat que es troba com a annex, les dades utilitzades pel treball es tracten de forma totalment anònima. Amb aquest objectiu, s'assigna a cada estudiant un codi format per una lletra segons el sexe M (masculí) o F (femení), i cinc dígit. Els dígit que segueixen a la lletra proporcionen informació de la classe del participant (per tal de classificar-les i ordenar-les fàcilment) i els últims tres dígit són aleatoris, compresos entre el 001 i el 087, per exemple F13042.

El principal mètode estadístic utilitzat per comparar la ràtio 2D:4D (2.1) i la pràctica rutinària de esport (2.3) i la condició física (2.2) és l'estudi de la correlació lineal o coeficient de Pearson. Aquest el calculo amb el programa Microsoft Excel, versió 2010.

El coeficient de correlació lineal ( $r$ ) o coeficient de Pearson que indica la relació lineal entre dues matrius es defineix com:  $r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$ , on  $\sigma_{xy}$  és la covariància i  $\sigma_x \cdot \sigma_y$  les desviacions típiques marginals.

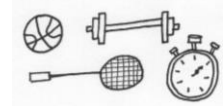
El coeficient de Pearson es troba sempre entre els valors 1 i -1. Si  $r=1$  o  $-1$ , la correlació lineal és perfecta i es pot escriure en una equació d'una recta. Si  $r=0$  la correlació lineal existent és nul·la. Si el valor d'aquest coeficient és positiu donarà lloc a una correlació positiva o directa: quan una variable augmenta l'altra també ho fa proporcionalment. Si és negatiu, tindrem una correlació lineal inversa o negativa; quan una variable disminueix l'altra ho fa proporcionalment. Expressa per tant, el grau de fiabilitat que tindrà la nostra predicció d'una de les variables, coneixent l'altra.

Calculat el coeficient de Pearson, i seguint els criteris observats en diferents articles científics relacionats amb el tema, he considerat nul·la la correlació si  $r \leq 0,1$ ; correlació baixa si  $0,1 < r \leq 0,2$ ; correlació moderada si  $0,2 < r < 0,34$  i correlació significativa si  $r \geq 0,34$ . Com més alta resulta ser un coeficient de correlació, les dues variables correlacionades presenten una dependència major l'una de l'altra. Per tant, arribat al coeficient de  $0,34$ <sup>35</sup>, una correlació és significativa, ja que les variables estudiades presenten una correlació estable i destacable.

Per altra banda, utilitzo dos descriptors estadístics més per al tractament de les dades: mitjanes i desviacions típiques de grups de la mostra per poder comparar-los.

---

<sup>35</sup> Els articles científics mencionats durant tot el treball situen la significança d'una correlació a partir de coeficients de  $0,32$  altres a partir de  $0,34$  i altres a partir del  $0,4$ .



La mitjana aritmètica ( $\bar{x}$ ) és un paràmetre estadístic de centralització que ens permet saber al voltant de quin valor es mouen les dades.

$$\frac{\sum X \cdot f}{N}$$

Tot i així, no és suficient per comparar-les amb un altre grup d'estudi, ja que, tenint la mateixa mitjana, les dades dels dos grups poden presentar valors molt diferents. És necessari, llavors, un paràmetre de dispersió com la desviació típica (S), per saber el grau de separació de les dades d'un grup d'estudi. La desviació típica consisteix en l'arrel quadrada de la variància. Com més petita sigui, més properes es trobaran les dades.

$$S = \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot f_i}{N} - \left(\bar{X}\right)^2}$$

Totes les dades i càlculs realitzats, tant els que s'han utilitzat, com els que posteriorment s'han descartat com a interessants per l'estudi, es poden consultar en els fulls de càlcul adjunts (llapis de memòria).

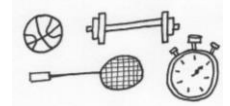
## IV. RESULTATS I DISCUSSIÓ

### 1. Descriptors generals de la població analitzada i dels diferents subgrups

Quan vaig començar la recerca estudiant tota la mostra (composta per 86 estudiants d'ESO i batxillerat) vaig observar una gran diversitat de resultats en les proves i la pràctica d'esport i en conseqüència les correlacions resultaven molt baixes, la qual cosa m'ha portat a estratificar la mostra en subgrups per obtenir una representació més homogènia. En aquest apartat es presenta una descripció general de cada subgrup tant en funció a l'any de naixement com en el sexe dels individus.

#### 1.1. Subgrup A – Noies de 1r de Batxillerat.

Aquest grup està compost per un total de **31 noies**, totes nascudes el mateix any. Les característiques més importants estan reflectides en la taula 7. Com es pot comprovar, hi ha molt poca variabilitat en termes d'**alçada** i una mica menys en relació **al pes** (un centímetre més baixes



que la mitjana espanyola<sup>36</sup> i amb un IMC dins la normalitat, sense sobrepès). La **condició física d'aquest grup és la més baixa** de tota la mostra, tot i que tendeix a presentar una dispersió alta; per tant, podríem dir que es reparteix de forma desigual. El mateix passa respecte a la pràctica de l'esport, *a priori* sembla un grup on gairebé la meitat dels seus components no practiquen esport, però la desviació en aquest concepte és molt alta; per tant, entenem que el grup es compona **d'una part dels membres sedentària i una altra part molt esportista. La ràtio mitjana del grup és baixa.**

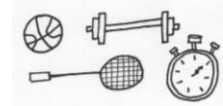
**Taula 7** Dades i característiques del grup: **noies de 1r de Batxillerat**

Concepte	Mitjana aritmètica	Desviació típica
Any de naixement	2000	0 (0% desviat)
Pes	54,8888889	5,43020989 (9'89% desviat)
Alçada	164,4074074	5,514032862 (3,3% desviat)
Condició física (entre 0 i 60)	32,3096774	8,56642107 (26'5% desviat)
Pràctica d'esport (entre 0 i 3)	1,61290323	0,98918887 (61% desviat)
Ràtio	0,97801147	0,03179739 (3,2% desviat)

## 1.2. Subgrup B – Nois de 1r Batxillerat

Anàlogament al subgrup A, el subgrup B està format per un total de **27 nois**, tots nascuts al mateix any (veure taula 9). **Molt homogeni** en relació a l'**alçada** i una mica menys en relació **al pes** (dos centímetres més alts que la mitjana espanyola i amb un IMC dins la normalitat). La **condició física d'aquest grup tendeix a ser baixa** si es considera que és **un dels grup que més pràctica d'esport**

<sup>36</sup> Segons dades de l'Institut nacional d'Estadística  
(<http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t25/p442/e01/10/&file=02005.px&type=pcaxis>)



realitza (amb una desviació típica molt alta, però). **La ràtio mitjana del grup és la més baixa de la mostra.**

**Taula 8.** Dades i característiques del grup: **nois de 1r de Batxillerat**

Concepte	Mitjana aritmètica	Desviació típica
Any de naixement	2000	0 (0%desviat)
Pes	71,1272727	7,69874336 (10,82% desviat)
Alçada	176,9565217	6,588407594 (3,72 % desviat)
Condicció física (entre 0 i 60)	36,5222222	10,4651191 (28,65% desviat)
Pràctica d'esport (entre 0 i 3)	2	0,83205029 (41.5 % desviat)
Ràtio	0,97157728	0,03485825 (4'7% desviat)

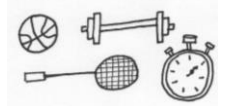
### 1.3 Subgrup C – Noies de 3r d'ESO

De la mateixa manera que el subgrup A, el subgrup C esta compost de noies més joves, nascudes l'any 2002. La taula E presenta les característiques més rellevants d'aquest subgrup, el més petit, format per un total d' **11 noies**, totes nascudes el mateix any. **Molt homogeni** en relació a l'**alçada** i **al pes** (gairebé 4 centímetres més baixes que la mitjana espanyola i amb un IMC dins la normalitat). La mitjana de **condició física d'aquest grup és més alta que la de l'altre grup de noies**, tot i que la pràctica esport es presenta de forma molt dispersa, ja que trobem una **part del grup molt esportista** i una **part sedentària**. **La ràtio mitjana del grup és baixa.**

**Taula 9.** Dades i característiques del grup: **noies de 3r d'ESO**

Concepte	Mitjana aritmètica	Desviació típica
Any de naixement	2002	0 (0% desviat)
Pes	51,7272727	3,90104881 (7,54% desviat)
Alçada	161,9090909	6,700067842 (4,13% desviat)





Condició física (entre 0 i 60)	42,7454545	8,50345384 (19,88% desviat)
Pràctica d'esport (entre 0 i 3)	1,63636364	1,02691064 (62,57% desviat)
Ràtio	0,98379863	0,03004677 (3% desviat)

#### 1.4 Subgrup D – Nois de 3r d'ESO

El subgrup D es anàleg al subgrup B i tal com passa en el cas del subgrup C, són també nois més joves. Tal com mostra la taula 11, aquest subgrup format per un total de **17 nois**, tots nascuts al mateix any. **Molt homogeni** en relació a l'**alçada** i una mica menys en relació **al pes** (sis centímetres més baixos que la mitjana espanyola i amb un IMC en la franja baixa dins la normalitat) aquestes dades fan pensar que **encara han d'acabar el seu creixement**. La **condició física d'aquest grup és la més alta**, fet que es correspon també amb una **alta pràctica de l'esport**. La **ràtio mitjana del grup baixa**.

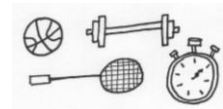
**Taula 10** Dades i característiques del grup: **nois de 3r d'ESO**

Concepte	Mitjana aritmètica	Desviació típica
Any de naixement	2002	0 (0% desviat)
Pes	55,7059	7,7762837 (13,96% desviat)
Alçada	170,29412	9,298956298 (5,46 % desviat)
Condició física (entre 0 i 60)	48,10588	7,42491335 (15,43% desviat)
Pràctica d'esport (entre 0 i 3)	2,353	0,86176972 (36,6% desviat)
Ràtio	0,977674	0,02344993 (2,4% desviat)

## 2. Relació entre ràtio 2D:4D i condició física

### 2.1 Estudi de correlació dins de la població total

Tal com s'apunta en l'apartat 1 d'aquest apartat IV, en l'estudi inicial he analitzat la totalitat de població sense fer l'estratificació descrita. La correlació lineal entre la **condició física i la ràtio de tota la mostra de la recerca** és molt baixa amb un valor de  $-0,01281321$ , de tendència inversa. Això significaria que, *a priori*, la relació entre la ràtio i la condició física és pràcticament nul·la.



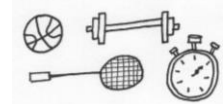
També separant les diverses habilitats físiques, per veure si amb alguna d'elles en concret existeix una correlació més important, s'obtenen coeficients de correlació gairebé nuls (veure taula 11).

L'explicació es pot trobar en el fet que el grup inclou una població molt heterogènia, o dit d'una altra forma, cal fer una estratificació per focalitzar l'estudi. Tot i aquests resultats de poca correlació, ja podem constatar un primer fet: observem que la majoria de resultats presenten una correlació inversa, és a dir a mesura que disminueix la ràtio, augmenta l'habilitat física proporcionalment.

D'altra banda, per explicar que la majoria d'habilitats presentin una correlació negativa amb la ràtio, es pot pensar que a mesura que les habilitats augmenten, els individus tendeixen a tenir una ràtio més baixa, és a dir, a la mostra i les variables indicades en la primera columna. haver estat més gran

exposats a una més gran quantitat de

Flexibilitat de tronc	-0,01921853
Força resistència abdominal	-0,0589961
Agilitat	-0,109811379
Potència de cames	-0,16585917
Força de braços	-0,10197063
Resistència	- 0,07595501



testosterona durant l'embaràs. Aquest fet podria conduir a una agressivitat i musculació majors que provocarien aquest augment d'habilitat física. Tot i que els coeficients resulten extremadament baixos, aquesta lleugera tendència a una correlació negativa coincideix amb els previs estudis de Manning on es relacionaven els bons esportistes amb les ràtios més petites.<sup>37</sup>

## 2.2 Estudis de correlació depenent de sexe i edat

Tal com he proposat, procedeixo a l'anàlisi de resultats fent subgrups dins la mostra. En una primera instància estudio la distribució de la mitjana i desviació típica de la condició física dins dels diferents subgrups (Taula 12). Observo que el valor de les mitjanes de la condició física entre nois i noies són considerablement diferents tot i ser prèviament ponderades (mitjana de la condició física dels nois és de 41, amb desviació típica de 9,638, és a dir casos desviats un 27,504% de la mitjana; mentre que la de les noies és 35,04, amb desviació típica de 8,9798, que representa un 21,903% de desviació). Per últim, també veig que les mitjanes de la condició física prenen valors molt distants si les estudio entre individus del mateix sexe però d'edats diferents.

**Taula 12.** Mitjana i desviació típica condicions físiques separada per edat i sexe.

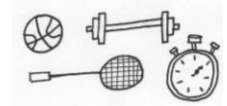
Grup	Mitjana condició física	Desviació típica
NOIES BATXILLERAT – A	33,78	8,56642107 (26'5% desviat)
NOIS BATXILLERAT – B	36,52	10,4651191 (28,65% desviat)
NOIES ESO – C	42,75	8,50345384 (19,88% desviat)
NOIS ESO –C	48,11	7,42491335 (15,45% desviat)

Aquestes dades em fan pensar que potser els resultats són diferents segons el sexe i l'edat; per tant, abans de realitzar estudis sobre el diferents subgrups faig una anàlisi separant només per edat i sexe.

En realitzar el primer estudi, relacionant la ràtio amb cada una de les habilitats físiques, separades per sexe, obtinc els coeficients de correlació mostrats a la taula 13.

**Taula 13.** Coeficients de correlació ràtio/ habilitat i ràtio/condició física en els individus separats per sexe.

<sup>37</sup> Informació extreta dels vídeos amb els següents enllaços el 15 de juny de 2017:  
[http://www.dailymotion.com/video/xbbrkf\\_testosterona-y-dedo-anular-j-mannin\\_school](http://www.dailymotion.com/video/xbbrkf_testosterona-y-dedo-anular-j-mannin_school)  
<https://www.youtube.com/watch?v=9sMc4uUGkIQ>



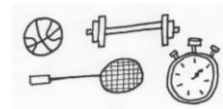
VARIABLES	NOIES	NOIS
1. Flexibilitat	-0,33601227	0,27393296
2. Força resistència abdominal	-0,04581116	0,06182946
3. Agilitat	-0,08339549	-0,07263361
4. potència de cames	-0,09445434	-0,18286359
5. Força de braços	0,00427091	-0,10404875
6. Resistència	0,03212742	-0,06258298
Condició física	-0,029214696	0,04671087

Tot i que no són coeficients de correlació alts, veiem que la correlació entre la ràtio i la flexibilitat augmenta considerablement i destaca per sobre les altres si se separen els individus estudiats per sexe. Un altre factor que cal destacar és que la correlació respecte la ràtio i la condició dels nois apareix de forma directa (com més alta és la ràtio – menys exposició a la testosterona- major resulta la flexibilitat) mentre que en les noies dóna negativa, per tant, inversa (com més disminueix una variable més augmenta l'altra). De la mateixa manera, quan fem la separació dels resultats per edats obtenim resultats diferents pels dos grups. Habitualment els participants de tercer d'ESO presenten una correlació lineal entre ràtio i condició física major, i el mateix passa amb les habilitats. Tot i així, cap de les correlacions apareix significativa<sup>38</sup>. Veient doncs que els factors edat i sexe són rellevants, treballarem a partir d'ara amb els quatre grups diferenciats segons l'edat i el sexe explicats anteriorment.

### 2.3 Estudis de correlació entre 2D:4D i capacitat atlètica dins dels diferents subgrups

Després d'estudiar la correlació entre la ràtio 2D:4D i la capacitat atlètica a nivell de població en general (2.1), per sexe i edats (2.2) he analitzat les correlacions dins dels diferents subgrups descrits (1.1). A la taula 14 es troben tots els coeficients de correlació per subgrup i per prova de la bateria Eurofit analitzada. He marcat de color vermell els coeficients de correlació que descriuen correlacions més rellevants, de coeficients superiors a 0,34. En canvi, de color lila es

<sup>38</sup> Veure resultats al full de càlcul adjuntat com a annex 5 en format digital.



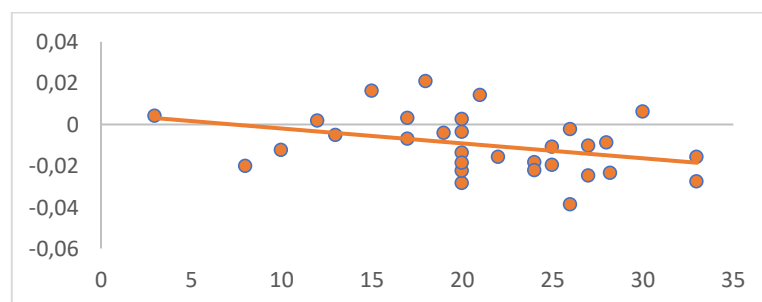
troben els coeficients compresos entre 0,2 i 0,34, comportant menor correlació. De color blau, estan marcats els coeficients entre 0,1 i 0,2 i resten en negre els inferiors a 0,1. Analtzem tot seguit els valors obtinguts en cada habilitat.

**Taula 14. Coeficients de correlació en relacionar les diferents habilitats amb la ràtio dels individus separats en grups per edat i sexe.**

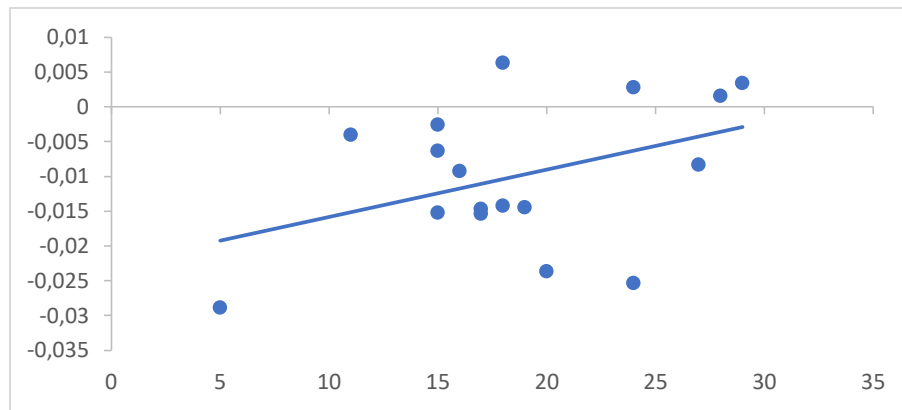
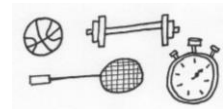
VARIABLES ESTUDIADAES	NOIES 1BATX	NOIS 1BATX	NOIES 3ESO	NOIS 3ESO
1. Flexibilitat	-0,36123944	0,22749516	-0,2402024	0,40720551
2. Força resistència abdominal	-0,16797662	0,02625137	0,24726568	0,11025626
3. Agilitat	0,107553	0,24894745	0,13356611	-0,29361783
4. potència de cames	-0,06443054	0,11230797	-0,12897582	0,34979625
5. Força de braços	-0,2300203	-0,35309505	0,39278914	0,14388577
6. Resistència	-0,00011374	-0,13721603	0,11121173	0,03042875
Condicció física	-0,108718	-0,07885009	0,01226425	0,26734796

### 2.3.1 Correlació entre 2D:4D i flexibilitat

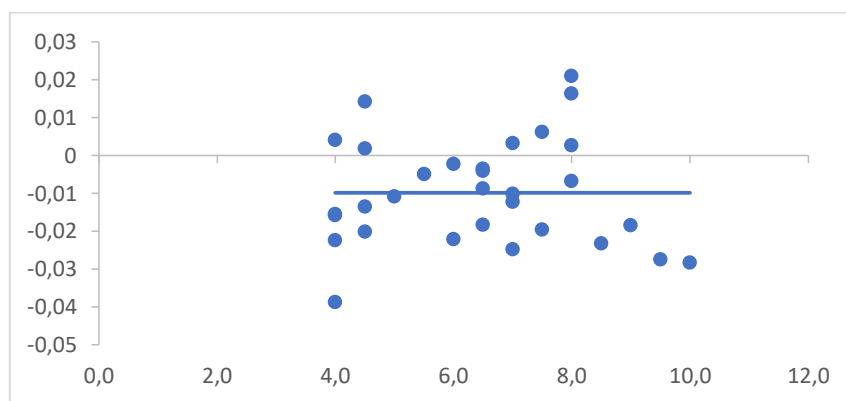
En la taula 14 mostrada a la secció 2.3 podem comprovar que destaca la correlació entre ràtio i flexibilitat per damunt de totes les altres habilitats, especialment en noies de primer de batxillerat i nois de tercer d'ESO. Les noies de primer de batxillerat obtenen en flexibilitat un  $r$  de 0,4 que, com he explicat anteriorment, ja és un resultat que en la majoria d'estudis científics es considera una correlació significativa. També observem que en els altres grups de la mostra  $r$  és moderat, podria concloure doncs que **en aquesta habilitat tots els resultats de correlació amb la ràtio digital són significatius, hi ha relació entre flexibilitat i ràtio 2D:4D.**



**Fig. 19.** Correlació lineal entre flexibilitat i ràtio de noies de 1r de batxillerat. A l'eix X trobem la flexibilitat en cm, mentre que a l'eix Y, la ràtio transformada a logaritme de base 10 (adimensional).



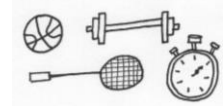
**Fig. 20.** Correlació lineal entre flexibilitat i ratió de nois de 3r d'ESO. A l'eix d'abscisses es mostra la variable de la flexibilitat en cm, mentre que a l'eix d'ordenades la ratió dels individus transformada a logaritme de base 10.



**Fig 21.** Correlació lineal entre la ratió 2D:4D transformada a logaritme de base 10 (adimensional, representada a l'eix X) i la resistència en valor de la Course Navette (adimensional, variable representada a l'eix Y) i de noies de 1r de batxillerat. La flexibilitat tendeix a presentar una correlació amb la ratió molt més elevada que la que presenta la resistència.

## DISCUSSIÓ

És possible que la correlació lineal entre raó digital i flexibilitat destaquï per damunt de les altres perquè, de totes les habilitats esportives que tenim, és l'única que no podem entrenar ni tampoc millorar, tan sols mantenir. Així doncs, ens ve "determinada" des del període embrionari, és l'habilitat més lligada a raons genètiques de naixement. D'altra banda, cal remarcar que el sexe femení té, per raons biològiques, una flexibilitat més alta, sobretot si parlem de flexibilitat de tronc. Això és degut al fet que el cos de la dona està preparat per fer-se càrrec de l'embaràs i el part, que es faciliten si la mare és més flexible en tot l'entorn de la cadavera, esforç que el cos d'un home no ha de suportar i, per tant, no requereix aquesta dosi extra de flexibilitat. Aquest últim apunt podria explicar per què ens resulta que els nois presenten una correlació inversa estudiant ratió i flexibilitat: individus amb una ratió més baixa, sotmesos a una major exposició a la testosterona durant els primers períodes d'embaràs, mostren una flexibilitat també més baixa.



Mentre que la lògica porta a aquest raonament pel que fa a els nois, no podem extreure les mateixes conclusions pel sexe femení. La correlació ràtio-flexibilitat surt més alta, i molt significativa, però curiosament apareix de forma inversa, és a dir, noies amb ràtio més baixa tendeixen a presentar major flexibilitat.

### 2.3.2 Correlació entre 2D:4D i resistència abdominal

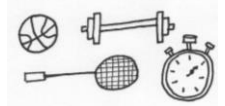
La següent habilitat estudiada és la que es mesura tenint en compte les abdominals fetes en un temps de 30", és a dir la capacitat de força-resistència abdominal (veure Taula 14). En aquesta habilitat observem que la correlació amb la ràtio es comporta molt diferent segons el grup estudiat. Mentre que amb les noies més grans es descriu amb un  $r$  baix negatiu, en les noies més joves (3r ESO), apareix un  $r$  positiu moderat. En els nois  $r$  tendeix a ser nul en els dos grups, i per tant també tendeix a ser nul·la la correlació lineal entre les variables. **Es pot concloure que no queda demostrada una correlació lineal clara entre la força-resistència abdominal i la ràtio digital.**

### 2.3.3 Correlació entre 2D:4D i agilitat

Respecte a la correlació lineal entre l'agilitat dels individus i la seva ràtio, els resultats obtinguts es diferencien segons el sexe (veure Taula 14). En les noies, tant les de batxillerat com les de 3r d'ESO, els resultats mostren un  $r$  baix, en els nois  $r$  entre agilitat i ràtio se situa en una mitjana de 0,27, coeficient de correlació lineal que es podria considerar moderat, a més es constata que aquesta correlació disminueix amb l'edat: en grups d'estudi de nois més grans,  $r$  disminueix. Aquesta reducció amb l'edat, també el veiem reflectit, encara que en menor mesura, en el grup de noies. **En conclusió, podria afirmar que tampoc no es comprova una correlació lineal entre agilitat i ràtio.**

## DISCUSSIÓ

En analitzar aquests resultats costa trobar una explicació fonamentada o lògica, perquè els coeficients de correlació resultants en l'estudi d'aquestes variables pels diferents grups no presenten valors semblants ni tampoc mostren una correlació lineal que tendeixi a ser directa o inversa. També he intentat relacionar les dades amb altres descriptors objectius del grup (condició física, pràctica d'esport...) sense poder-hi establir cap relació. Aquests fets m'han



portat a pensar que hi poden haver variables de tipus subjectiu (com l'esforç realitzat per cada individu a l'hora de fer les proves) que hagin afectat els resultats de forma significativa i que els converteixin en difícils d'interpretar.

#### 2.3.4 Correlació entre 2D:4D i força de cames i braços

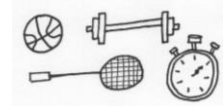
Si ens fixem en la relació entre la quarta habilitat, la força o la potència de cames (salt) i la ràtio, destaca especialment l'alta correlació en els nois de tercer d'ESO (Taula 14). En aquest cas, però, també és interessant fixar-nos que aquesta habilitat només destaca en aquest grup de mostra, i és molt baixa en la resta de grups. **A partir d'aquests resultats, que potser caldria estudiar més a fons en una mostra major i més concreta, podríem apuntar la idea que existeix una correlació lineal entre força de cames i ràtio en els nois, amb un  $r$  que disminueix notablement amb l'edat.**

La següent correlació més rellevant és la que hi ha entre els resultats de la prova de força de braços i la ràtio dels participants, especialment per les noies de tercer d'ESO i els nois de primer de batxillerat (Taula 14). En aquest cas, també obtenim resultats significatius, molt pròxims a una correlació significativa. També s'observa que amb els nois augmenta amb l'edat, al contrari que amb les noies, que sembla que disminueix. Tot i així, i tenint en compte que en tres dels quatre grups estudiats es presenta certa correlació lineal (en un grup, moderada, i en dos grups significativa) **també podem afirmar que la força de braços i ràtio digital tendeixen a estar correlacionades.**

#### DISCUSSIÓ

Respecte a les dues proves que mesuren l'habilitat de la força (en cames i braços), els resultats són molt dispersos i dificulten treure conclusions clares i discutir-ne els resultats. Per una banda, sembla que en alguns casos queda provada la correlació lineal entre força i ràtio, i això em fa pensar en la lògica que la força depèn del desenvolupament muscular i aquest va molt lligat als nivells de testosterona. Però, en aquest cas, semblaria que els coeficients de correlació més alts haurien de sortir en els nois i noies més grans ja que estan més desenvolupats i, en canvi, no





apareix així. Cal destacar també que els coeficients de correlació resulten positius o negatius sense cap lògica aparent o raonament al qual pugui arribar, la qual cosa condueix a pensar que el recull de dades referents a la força no contribueixen a dur a terme una recerca fiable, sinó que són modificats per algun factor. Finalment seria interessant veure si altres factors biològics concrets, com l'alçada o el pes dels participants, influeixen en aquests resultats de forma més determinant que la pròpia ràtio.

#### 4.2.3.5 Correlació entre 2D:4D i resistència

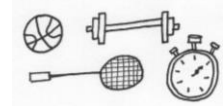
Finalment, l'última evidència que mostra la taula és que la ràtio té una influència especialment baixa respecte a la prova de la Course Navette, que examina la resistència del participant (veure taula 14). És un fet a destacar perquè en anteriors proves realitzades per Manning<sup>39</sup> obté una "predicció" fiable respecte a la capacitat de resistència dels individus estudiats a partir de la seva ràtio. Manning exposa que aquesta capacitat presenta, per tant, una alta correlació amb la ràtio, mentre que en el meu estudi mostra que tendeix a ser nul·la.

### DISCUSSIÓ

Una possible explicació per la nul·la relació entre la capacitat de resistència i la ràtio, al contrari dels resultats obtinguts per Manning, es podria recolzar en el tipus d'individus estudiats. Mentre que jo he realitzat l'estudi en mostra d'adolescents sense prèvia selecció segons les seves capacitats físiques, Manning estudià aquesta correlació en una mostra d'esportistes d'elit, dedicats específicament a aquest tipus de proves. En aquestes darreres condicions, tot individu ja presenta unes característiques genètiques favorables i un entrenament elevat i semblant al dels altres participants, llavors una diferència entre la ràtio dels seus dits pot resultar més influent. En el meu cas, en treballar amb condicions físiques tan diverses i també valors de pràctica d'esport diferents entre si, fa davallar aquest índex de correlació. En aquest apartat també es podria apuntar que la capacitat de resistència, capacitat d'efectuar o suportar un esforç durant un període de temps llarg, és una capacitat molt variable amb l'edat. Fins als 10-12

39

[http://www.dailymotion.com/video/xbrkfk\\_testosterona-y-dedo-anular-j-mannin\\_school](http://www.dailymotion.com/video/xbrkfk_testosterona-y-dedo-anular-j-mannin_school)



anys la qualitat física de la resistència va creixent de manera moderada, sobretot la resistència aeròbica. En l'etapa de la pubertat, a causa del creixement, es manté o augmenta però molt poc. Passada la pubertat, al voltant del 17 anys, es produeix un augment molt espectacular, arribant que arriba al 90% de la capacitat total, i augmenta molt la resistència anaeròbica. Després d'aquesta etapa, s'arriba al 100% de la capacitat en tots els tipus de resistència, i variarà en funció de les activitats que es realitzin. Aquest fet també podria constituir una explicació clara a un r nul entre resistència i ràtio en el meu estudi, doncs els individus de la meva mostra no superen els 17 anys.<sup>40</sup>

### 3. Estudis de correlació condició física i pràctica d'esport

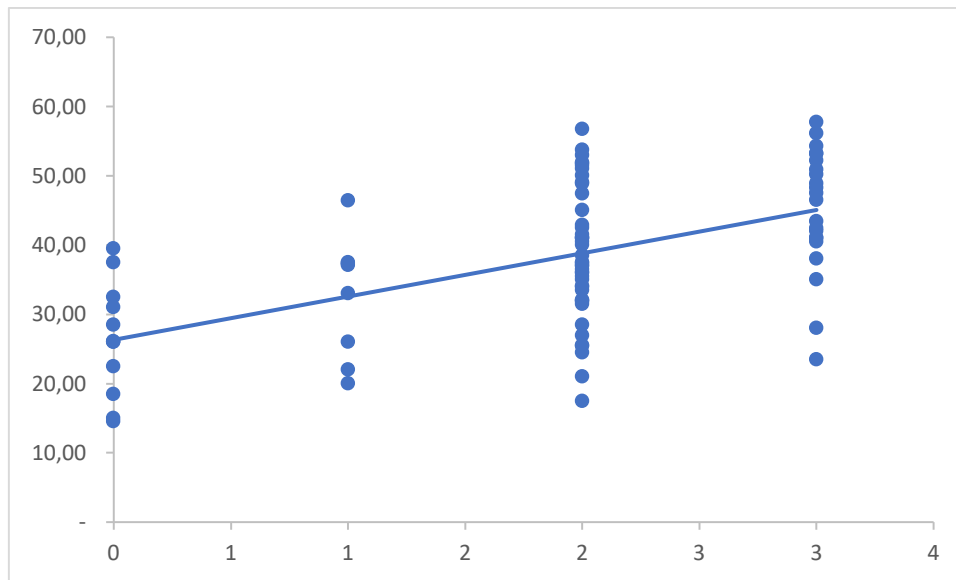
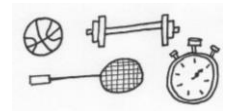
Tal com s'ha descrit anteriorment, a part d'estudiar la correlació entre la ràtio 2D:4D i la condició física també s'ha estudiat la correlació de la darrera i la pràctica d'esport<sup>41</sup>, per tal de veure si aquesta segona variable podia tenir més influència que la genètica en una mostra d'estudiants que no són esportistes d'elit. Els resultats són els següents.

El coeficient de correlació en relacionar les dades de tota la mostra respecte a la pràctica d'esport i condició física és de 0,55621672.

---

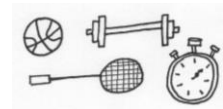
<sup>40</sup> Informació de <https://educaciofisicaegara.files.wordpress.com/2011/10/apunts-de-resistència-3r-eso.pdf>

<sup>41</sup> Dades no estudiades en forma de logaritme de base 10 ja que són notablement distants entre elles.



**Fig.22.** Correlació lineal entre la pràctica d'esport en unitats segons la taula 6 (eix X) i la condició física mostrada a l'eix Y (valor de les proves Eurofit) de tota la mostra estudiada.

Separant els individus per sexe primer i per edat després obtinc uns coeficients de correlació mostrats en la taula 15.



**Taula 15.** Coeficients de correlació lineal entre la pràctica d'esport i la condició física segons el sexe i segons l'edat.

Noies	Nois
0,63557917	0,41561046
Participants 1r batxillerat	Participants 3r ESO
0,52825243	0,685650628

Separant els individus per edat i sexe, els coeficients de correlació són de :

**Taula 16.** Coeficients de correlació lineal entre la pràctica d'esport i la condició física segons el sexe i l'edat.

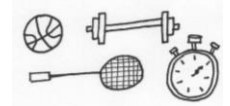
Noies 1 BATX	Noies 3 ESO	Nois 1 BATX	Nois 3 ESO
0,72425573	0,706364974	0,27871623	0,59060802

En primer lloc, cal destacar que el coeficient de correlació resulta més elevat en el segon estudi, és a dir, la correlació entre la pràctica d'esport i la condició física presenten una correlació lineal més alta que la ràtio i la condició física.

En desglossar aquests resultats, separant els individus per sexe, observo que el coeficient de correlació aparent respecte a la correlació estudiada en les noies resulta un 34,609% més elevat que el que apareix en els nois.

#### DISCUSSIÓ

És raonable que la pràctica d'esport presenti correlacions altes amb la condició física dels individus ja que la major part de les habilitats físiques (totes menys la flexibilitat) són millorables amb la pràctica i l'entrenament. Llavors, té sentit que els coeficients de correlació siguin positius, indicant que la correlació és directa; quan augmenta la pràctica d'esport també augmenta la condició física, mentre que aquesta disminueix si la pràctica d'esport és menor.



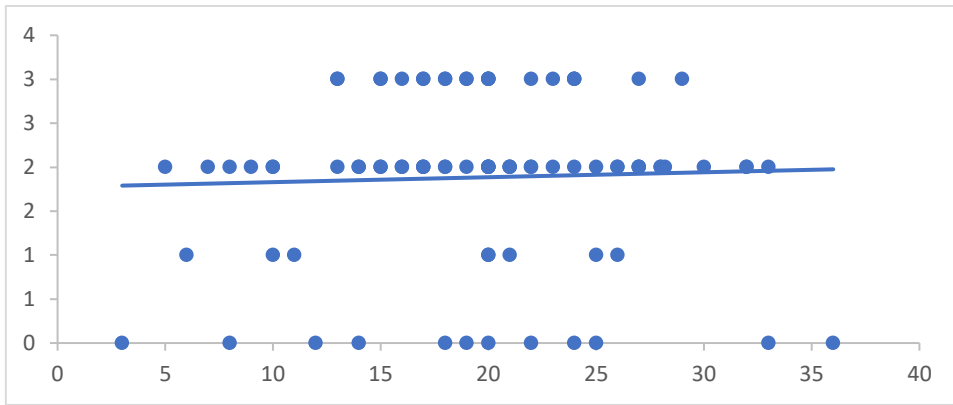
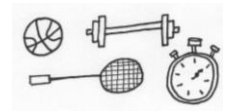
Els resultats mostren que la correlació entre les dues variables augmenta en el cas de les noies. És possible que el fet que el sexe masculí tingui, per raons evolutives i biològiques, una major tendència a estar físicament més preparat per córrer, caçar i defensar el seu grup, provoqui que fins i tot amb pràctiques d'esport menors, la condició física continuï essent mínimament destacable. Aquest raonament també explicaria per què aquesta correlació resulta disminuir en els nois de primer de batxillerat (setze i disset anys), ja que presenten un cos notablement més desenvolupat i amb característiques d'home que els adolescents de catorze i quinze anys de tercer d'ESO.

Continuant l'estudi, quan separo la mostra d'estudiants segons edat i sexe, la correlació més evident apareix en el grup de les noies de batxillerat, seguida per les noies de tercer d'ESO, a continuació ve el grup de nois de tercer d'ESO i, finalment, els nois de primer de batxillerat. Per tant, la condició física en les noies tendeix a tenir una correlació més alta amb la pràctica d'esport que elles realitzen que si centrem l'estudi en els nois. A més, aquesta correlació **disminueix augmentant l'edat d'aquests uns dos anys**, fet que també es pot observar en la taula 16.

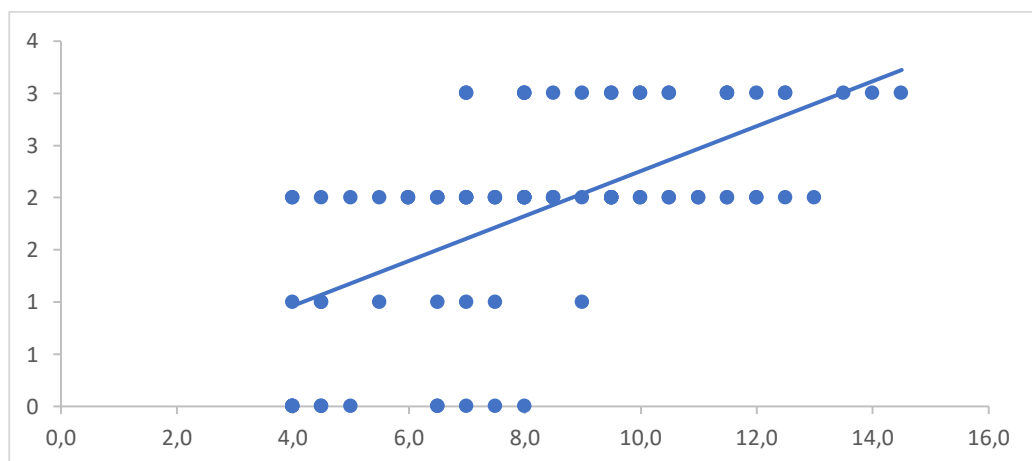
Finalment, només queda analitzar la correlació entre la pràctica de l'esport i cada una de les habilitats en concret, i n'obtingo els resultats que es mostren a continuació:

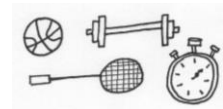
**Taula 17.** Coeficients de correlació entre la pràctica d'esport dels individus i les següents habilitats

Flexibilitat	Força resistència abdominal	Agilitat	Força de cames	Força de braços	Resistència
0,04028287	0,52549404	0,45287564	0,4191662	0,42925899	0,60862849



**Fig. 23.** Correlació lineal entre la flexibilitat en cm (eix X) i la pràctica d'esport (unitats segons taula 6, eix Y) de tots els individus estudiats.

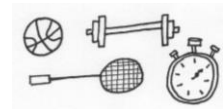




**Fig.24.** Correlació lineal entre la resistència (eix X, adimensional) i la pràctica d'esport en valors ponderats segons la taula de classificació de la pràctica d'esport (eix Y) (veure taula 6) de tots els individus estudiats.

VARIABLES	NOIES 1BATX	NOIS 1BATX	NOIES 3ESO	NOIS 3ESO
1. Flexibilitat	<b>0,11995522</b>	<b>-0,12152919</b>	<b>0,28960751</b>	<b>0,19508051</b>
2. Força resistència abdominal	0,65618183	<b>0,31467958</b>	0,63571282	0,35416706
3. Agilitat	0,50864444	<b>0,23330693</b>	0,49539177	0,24321956
4. Potència de cames	0,29712339	<b>0,21126563</b>	0,67895897	0,44237211
5. Força de braços	0,30588048	<b>0,1797816</b>	0,62913154	0,40884207
6. Resistència	0,66248257	<b>0,49545371</b>	0,54782632	0,66513082
Condicció física	0,72425573	<b>0,278716229</b>	0,706364974	0,59060802

En aquest punt cal fixar-se en dos grups clars de coeficients de correlació lineal entre les diferents habilitats físiques estudiades i la quantitat de pràctica esportiva dels participants. Veiem que **la flexibilitat (1) destaca per la baixa correlació lineal amb la pràctica d'esport** que presenta respecte a les altres habilitats. Els coeficients que apareixen més baixos són els que relacionen la pràctica d'esport dels nois de primer de batxillerat amb la seva condició física, cal recordar que la seva descripció de grup mostra una condició física bastant baixa encara que practiquin molt d'esport.



## DISCUSSIÓ

Els resultats que obtinc coincideixen amb els resultats aconseguits en l'estudi de les altres dues variables. Mentre que la flexibilitat presenta una correlació lineal especialment alta amb la ràtio, aquesta disminueix radicalment si relacionem l'habilitat amb la pràctica d'esport. Tot condueix a pensar que mentre que les altres habilitats mostren una dependència molt elevada de la pràctica d'esport, la flexibilitat ve determinada per la genètica més que per la pràctica. Això demostra que aquesta habilitat és l'única que resulta molt difícil d'entrenar o millorar. Per la mateixa raó, els alts coeficients que presenten les altres proves relacionades amb la pràctica d'esport expliquen els resultats obtinguts que es relacionen aquestes proves amb la ràtio.

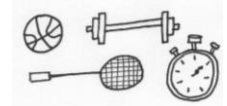
## CONCLUSIONS DE LA RECERCA EXPERIMENTAL

Exposats i discutits tots els resultats de la recerca, finalitzo amb les conclusions. En aquest punt, recuperem les hipòtesis formulades en el plantejament de la recerca per concloure si han quedat demostrades o refutades.

- La ràtio 2D:4D està relacionada amb la condició física
- La ràtio 2D:4D es relaciona de diferent forma amb cada una de les habilitats físiques.
- La pràctica habitual d'esport està relacionada amb la condició física.
- La pràctica habitual d'esport es relaciona de diferent forma amb cada una de les habilitats físiques.
- La correlació entre la ràtio 2D:4D i la condició física no és superior a la correlació entre la pràctica de l'esport i la condició física.

Una de les conclusions més rellevants que puc extreure de la recerca és que **la condició física, en general, no presenta cap mena de correlació lineal significativa amb la ràtio 2D:4D dels participants**; tampoc obtinc cap resultat per destacar quan estudio la correlació entre cada una de les habilitats i la ràtio dels individus.





Ara bé, en realitzar el mateix estudi dividint els individus per edat i sexe apareix que una de les habilitats, la flexibilitat, destaca de forma important per damunt de les altres, amb coeficients de Pearson de 0.4. Aquest resultat podria venir donat pel fet que flexibilitat és l'única habilitat física que no es pot entrenar ni millorar, ja que depèn únicament de factors genètics, modificadors també de la ràtio 2D:4D.

Podem concloure que **mentre que la primera hipòtesi queda refutada, la segona resulta haver estat verificada.**

A diferència del primer estudi, en la recerca sobre la possible correlació lineal entre la **pràctica habitual d'esport i la condició física** conclou que aquestes dues variables **estan altament correlacionades de forma positiva**, amb un coeficient de 0,55621672, i també obtinc coeficients de correlació lineal elevats en correlacionar les variables segons l'edat i el sexe dels individus. **Així doncs, la tercera hipòtesi de treball queda comprovada.**

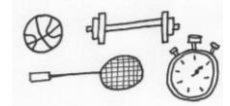
En dividir la condició física segons les habilitats, en resulten evidències coincidents amb els resultats obtinguts quan es treballa amb la segona hipòtesi. Totes les habilitats físiques presenten una correlació lineal elevada amb la pràctica d'esport (amb coeficients de Pearson propers a 0,6) excepte la flexibilitat, que mostra una correlació considerablement menor amb la pràctica d'esport respecte les altres habilitats. El raonament torna a ser el mateix que al principi, mentre que totes les habilitats poden ser millorades entrenant, la flexibilitat únicament es pot mantenir. Podem concloure, doncs, que **totes les habilitats físiques d'un individu depenen en major mesura de la pràctica d'esport que del marcador biològic com és la ràtio 2D:4D, excepte la flexibilitat, que ve fixada des de naixement i pot ser estudiada segons el marcador biològic mencionat.** També queden acceptades la quarta i cinquena hipòtesis de treball.

## V. REDACCIÓ D'UN ARTICLE CIENTÍFIC

[Divulgació científica. Aspectes més rellevants de la redacció d'articles científics.](#)

Com he dit en la introducció, a l'hora de fer el treball ha estat tan important la recerca experimental feta, com pensar de quina manera i en quina forma aquesta es presenta.

Un cop he realitzat la meua recerca seguint el mètode científic, m'ha calgut pensar en el pas següent, com puc explicar de forma resumida, pràctica i clara tota l'experimentació realitzada.



He estat llegint diferents documents al respecte, i he constatat que la forma més estandarditzada per fer-ho és a través de la redacció d'un article de divulgació científica. A partir d'aquest punt la meua documentació ha anat encaminada a saber detalladament com és i com es redacta un article científic.

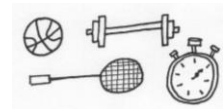
Igual que els mètodes usats per fer recerca, l'article científic també ha mostrat una evolució en l'estructura des dels seus orígens, l'any 1665 en què es va editar a París el *Journal des Savans*, la primera revista científica.

Durant els dos primers segles d'existència (segles XVII i XVIII) el format i l'estil de l'article científic no va mostrar un patró definit, de manera que el format de carta científica i el d'informe experimental van coexistir. L'informe experimental consistia en una espècie d'informe de pràctiques, era purament descriptiu i presentava fets en ordre cronològic. La carta científica anava signada per un sol autor i dirigida, amb llenguatge formal, a diversos lectors. L'ús del format carta va anar desapareixent i l'informe experimental va anar evolucionant fins a allò que avui es coneix com a article científic.

És a principis del segle XX que les normes de format es van començar a estandarditzar i que es va produir un descens en l'ús de l'estil literari a l'hora de redactar articles científics, al mateix temps que apareixen comitès i normes d'ús internacional.

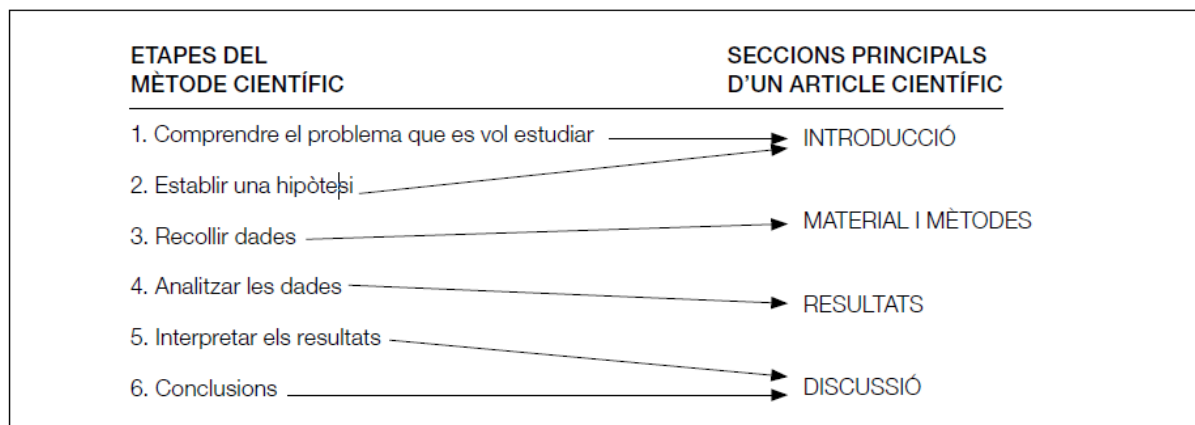
Cada revista té les seves peculiaritats i normes concretes per a la publicació dels seus articles, però l'estructura bàsica principal i els principis ètics que ha d'incloure tot article científic, foren redactats i elaborats per l'ICMJE (*l'International Committee of Medical Journal Editors*) i conté els següents apartats:

- Una pàgina amb el títol de l'article
- Un resum
- Diferents seccions anomenades Introducció, Mètodes (o Material i mètodes o Pacients i mètodes, segons la revista), Resultats i Discussió (que inclouen les conclusions de l'estudi)
- Una secció breu que estableix els agraïments
- Les referències bibliogràfiques que s'esmenten a l'article
- Finalment, les taules i figures



Aquesta estructura, que inclou en definitiva quatre grans blocs de contingut (Introducció, Mètodes, Resultats i Discussió) es coneix com a mètode IMRAD<sup>42</sup> i ha estat utilitzat de forma generalitzada a partir de la dècada dels 70 (va passar d'un 10% als anys 50% a un 80% a partir dels 70).

El mètode IMRAD presenta una total correspondència amb les fases del mètode científic.



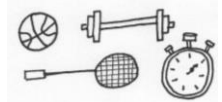
**Fig. 26** Etapes i seccions del mètode científic. Imatge extreta de [http://www.ice.uib.cat/digitalAssets/250/250571\\_33Com-escrivre-i-publicar-un-article-cientific3.pdf](http://www.ice.uib.cat/digitalAssets/250/250571_33Com-escrivre-i-publicar-un-article-cientific3.pdf)

En la primera part del treball he desenvolupat àmpliament cada un d'aquest apartats. El que presento a continuació és una síntesi de tota la recerca, seguint els canons de contingut i forma més estandarditzats quan es tracta de presentar resultats de recerques científiques. Com ja he dit en la introducció, l'he redactat en anglès, llengua usada generalment quan es tracta de fer divulgació científica.

**Fig. 24** Ubicació de les activitats realitzades en les etapes descrites per mètode científic per a una recerca en les diferents seccions principals d'un article científic. Figura extreta de la pàgina: <http://www.raco.cat/index.php/QuadernsFDAE/article/viewFile/258052/345327>

l'annex 4.

<sup>42</sup> Acrònim de *Introduction, Methods, Results, and Discussion*



## STUDY OF DIGITAL R2D:4D AND PHYSICAL ABILITIES IN A SECONDARY STUDENTS POPULATION

Martina Cots Costa, Ins. Bosc de la Coma, Olot.

### Abstract

The resultant of dividing the length of second hand finger by the length of the fourth, 2D:4D ratio (R2D:4D) is a biological marker of the foetal androgen exposure and it has been progressively adopted as a human different abilities and behaviour evaluation tool, athletic ability is one of them. In this research, relation between R2D:4D and physical condition and even with concrete physical abilities were studied, these correlations were compared with the ones between physical condition or physical abilities and sport practice. For developing it, data related to those variables was collected from a sample of 86 adolescents aged among 14 and 17. Results demonstrated that a significant lineal correlation between R2D:4D and flexibility exists, both in men and women. A meaningful correlation like that thought wasn't given studying any other ability. It was also proven a high correlation between physical condition and sport practice, and between all physical abilities and sport practice except for flexibility. In conclusion, this study confirms physical condition (and all the physical abilities except for flexibility) is greater determined by sport practice than by biological reasons. On the contrary, flexibility is higher influenced by the foetal androgen exposure (2D:4D ratio).

**Key words:** 2D:4D, digital ratio, physical condition, physical abilities, sport practice.

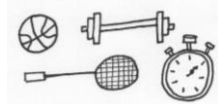
The main purpose of this research was to determine whether a significant linear relationship between R2D:4D and the different physical abilities (PA) that configure the physical condition (PC) of a person existed. It also wished to confirm that, in case that this relation evidence was provided, it was less significant than the one among sport practice (SP) and PC.

### Introduction

The study was based on the hypothesis established by Manning (Department of Psychology, Northumbria University professor) according to which the R2D:4D is a biological marker that indicates the testosterone (T) and estrogen (E) foetal exposure balance [1]. In 2002, the verification of this hypothesis underlay the proliferation of researches that corroborated or specified the certainty and the details of this hypothesis [2] (from 2010 on, more than 60 articles about this topic were published annually). Perhaps could be cited as relevant studies for the research the ones which determine that variations of R2D:4D between men and women exists before birth [3], and some longitudinal studies using X rays that show R2D:4D appears in 9 to 40 gestation weeks foetus already, when the child is 2 years old it gets established and it stabilizes when the individual is aged 9, finally it rests fixed and permanent when puberty finishes [4]. Posteriorly, studies focused on demonstrating R2D:4D could be related with different cognitive and personality features [5][6][7][8][9][10][11] or even with health

[12][13][14][15][16] or sexual orientation [17] of the individual got multiplied. For this research were of interest studies that relate R2D:4D and sport. A Manning's study determined a lower R2D:4D means a higher sport performance [18]. Moreover, another study was also considered relevant, its aim was to clarify whether the length difference between hand fingers 2 and 4 affected the athletic capacity prognostic. The investigation concluded that the predictions (lower ratio, higher athletic capacity) worked in a university population, but it missed much in school aged children, maybe due to the minor testosterone levels and a musculoskeletal maturation lack [19]. Only a study that related R2D:4D and PA by Ehsan Eghbali was found [20]. It concluded a non-existent relationship between PA and 2D:4D ratio. However, this study was effectuated with adolescents in the puberty period when R2D:4D is not permanently fixed and PA are not developed yet. Some other studies related PA and adolescent girls' R2D:4D but over a too extended border [21]. Any other research associated PA and R2D:4D in both sexes during the post-puberty period (adolescents older than 14) or any study that linked and compared this data with SP were found.

Out of this background, hypothesis for this research surfaced. Was risen the issue whether a certain linear correlation between R2D:4D and any PA could be demonstrated, and if the relation among R2D:4D (genetic component which can't be altered) and PA was lower than the possible relation between SP and



PA (changing factors). The importance of this approach was that it allowed to set in which measure a specific correlation proven could be or not a determinist fact. The investigation was done studying population older than 14 to guarantee fiability in the R2D:4D measurements and a well developed PA.

## Methods

### STUDIED POPULATION

The research was carried out by taking a sample of 86 students from 1<sup>st</sup> baccaulaureate (aged 16-17) and 3<sup>rd</sup> of ESO (aged 14-15). The sample was divided into four distinct groups as the result of observing significant differences between the individuals' data, separated by age and sex.

- 1<sup>st</sup> baccaulaureate men: 27 men born in 2000. BMI<sup>43</sup> and height within the Spanish average for men aged between 14 and 25.
- 1<sup>st</sup> baccaulaureate women: 31 women born in 2000. BMI and height within the Spanish average for women aged between 14 and 25.
- 3<sup>rd</sup> ESO boys: 17 boys born in 2002. Low BMI and height 6 cm below the Spanish average for men aged between 14 and 25.
- 3<sup>rd</sup> ESO girls: 11 girls born in 2002. Normal BMI and height 4cm below the Spanish average for women aged between 14 and 25 (So they still have to complete their growth).

Initially, the sample included 99 students from whom 13 were discarded owing to the fact they hadn't the Eurofit tests completed or they didn't want to participate. Before collecting data some consents were needed; one from the Institut Bosc de la Coma in order to provide the students' data and the authorization of the same individual participating for the research being able to use their data (informed consent). Data used for the study was treated as confidential. For reaching this aim, a code was assigned to each student. It consisted of a letter (M for the males and F for the females) and five digits. The digits following the letter supplied information about the class of the student (to classify and order them

easily) and the last three digits were randomly assigned, comprised between 001 and 087. An example could be F13042.

### R2D:4D calculus

R2D:4D consists in the quotient of the right hand second finger's measure (index finger) divided by the measure of the right hand fourth finger (ring finger). The process followed to measure was the next one: the individual put his or her right hand palm upward keeping the hand on a flat surface, with a digital measuring Vernier calliper, opening its lower jaws for reaching the fourth finger's approximate length and then adjusting it perfectly with the locker, the hand finger was measured. The same method was applied to the second finger. The proceedings were repeated twice to get 2 measurements for each finger. Research was made using the average of the two magnitudes.

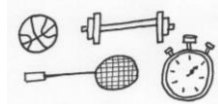


**Fig 1.** Description of finger measuring applied method. Image from: <http://tinyurl.com/ybse29zt> extreta el 4/09/17.

Individuals' R2D:4D obtained was considered a high R2D:4D if it was superior than 1, due to that, in this case, the fourth finger was longer than the second one. In case of being lower than 1, it was considered a low R2D:4D(the 2nd finger shorter than the fourth). In this study any individual presented a R2D:4D equal to one, that is the both fingers with the same length. In order to work with this variable, it was transformed to a logarithm in base 10, due to the narrow rang values were distributed on.

### Athletic capacity measurement

A value indicating the individual's PC was obtained by the realisation six of the nine standardized Eurofit tests [22]: trunk flexibility, abs strength, medicine ball throwing, long horizontal jumping, Course Navette



and 10\*5 shifting. Thanks to these tests, which were made following the Eurofit instructions, values related to flexibility, abs resistance and strength, arms and legs strength, resistance and agility respectively were achieved. Based on this data and by European standardized and sex weighted scales, a value included between 0 and 60 indicating individuals' PC was obtained.

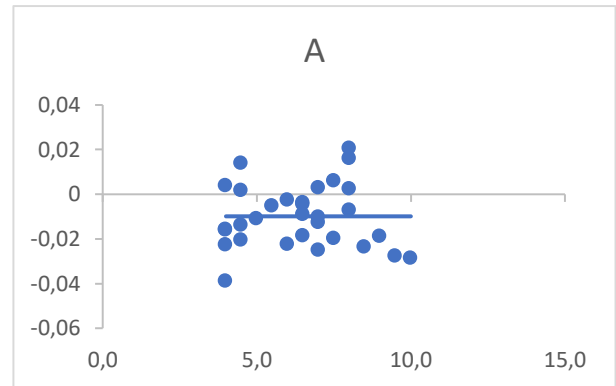
The research required as well a value which informed about the SP that the individual carries out. This value was obtained by a questionnaire where the student was asked if he or she practiced sport and, in case of an affirmative answer if this sport was practiced in a federated way. The participant was also asked whether he or she practiced some other physical activities, which were those ones and how many hours he or she destined to the SP during a whole week (see table 1). Depending on their answers individuals were classified in four distinct groups which were designated with numbers from 0 (sedentary) to 3 (very sporty). The classifying scales were made based on the table below, agreed with the Physical Education teachers of Institut Bosc de la Coma, where the research was accomplished.

**Table I.** Individual classification depending on his or her sport practice.

SEDENTARY Y 0	FAIRLY SPORTY 1	HABITUAL SPORTY 2	VERY SPORTY 3
-Do you practice sport? NO	- Do you practice sport? Yes	- Do you practice sport? Yes	-Do you practice sport? Yes
-Hours / week One or less	- Federated ? NO -Hours / week Between 1 and 2h.	- Federated ? NO/Yes -Hours / week 3 h. 4h Between 5 and 6h	- Federated ? Yes -How long have you been practising ? More than two years. -Hours / week More than 7
The questions related to which sport does the individual practice and which sportive activities were			

used to confirm that sport practice counted hours require physical effort (answers like chess or no physical activities would be discarded).

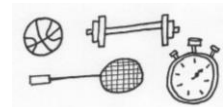
### Sthadistic data treatment



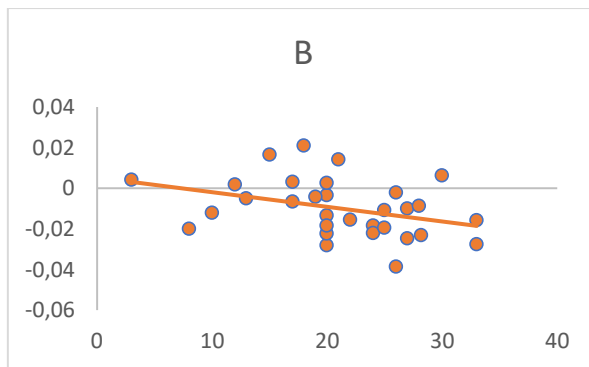
All data was treated with Microsoft Excel 2010. It was studied using the linear correlation coefficient (r) or Pearson coefficient that indicates the linear correlation existing among two variables. Averages and standard deviation were used to compare different sample groups. Once calculated the linear correlation coefficient, and following some scientific and related to this theme articles' guidelines,  $r \leq 0,1$  was considered null, low correlation wether  $0,1 < r \leq 0,2$ ; moderated correlation if  $0,2 < r \leq 0,34$ , and significant correlation if  $r > 0,34$ .

### Results

Correlation coefficients among R2D:4D and PA showed a significant correlation in 1<sup>st</sup> baccaulaurate girls ( $r=0,36$ ) and 3<sup>rd</sup> ESO boys ( $r=0,41$ ) and moderated in the two other sample's groups. A significant correlation between R2D:4Dand arms strength was observed in in 1<sup>st</sup> baccaulaurate boys ( $r=,35$ ) and 3<sup>rd</sup> ESO girls ( $r = 0,39$ ). Any significant correlation appeared relating general PC and 2D:4D ratio.



**Table II.** Correlation coefficients between 2D:4D individuals' R2D:4D separating the participants depending on their age and sex.



**Fig 2.** Linear correlation between flexibility and R2D:4D and between resistance and 2D:4D ratio. In the abscissa flexibility in cm (A) and resistance in the Course Navette obtained value (non-dimensional) (B) are shown. In the Y axis R2D:4D transformed to logarithm in base 10 appear (non-dimensional). Flexibility tends to present a considerably higher correlation with R2D:4D than the correlation resistance presents with it.

The correlation coefficients between SP and PC were shown to be significant in all groups (from  $r=0,59$  to  $r=0,72$ ) except in 1<sup>st</sup> baccalaureate boys, which was moderated ( $r=0,27$ ). The linear correlation between SP and PA resulted to be significant in all abilities (table III), except for flexibility.

STUDED VARIABLES	GIRLS 1st BATX	BOYS 1st BATX	GIRLS 3rd ESO	BOYS 3rd ESO
1. Flexibility	-0,3612394	0,22749516	-0,2402024	0,40720551
2. Abs resistance and strength	-0,1679766	0,02625137	0,24726568	0,11025626
3. Agility	0,107553	0,24894745	0,13356611	-0,2936178
4. Legs strength	-0,0644305	0,11230797	-0,1289758	0,34979625
5. Arms strength	-0,2300203	-0,3530950	0,39278914	0,14388577
6. Resistance	-	-	0,11121173	0,03042875
PC	-0,108718	-0,0788500	0,01226425	0,26734796

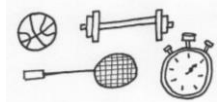
## DISCUSSION

It is considered very relevant the fact that flexibility proved to be the physical ability which presented the higher correlation with 2D:4D ratio. Also worth mentioning is the correlation among R2D:4D and strength. Lastly becomes outstanding the null correlation between R2D:4D and resistance ability, evaluating those results set against the ones that Manning obtained previously [23].

It is likely that the linear correlation between 2D:4D and flexibility underscored because, from all PA we have, it is the only one which we can't train neither improve, we can only keep it. Therefore, it comes determined till our embryonic period, it is the ability greater related to genetic facts. Furthermore, it should be underlined that females have, on account of biologic affairs, a superior flexibility, specially, trunk flexibility. This is so because women are prepared to deal with pregnancy and birthing, which result easier if their body is more flexible around their hips, men do not have to suffer this effort and then, they do not require this extra flexibility. The latter subject could explain why boys presented a negative correlation studying R2D:4D and flexibility: individuals with a lower ratio, submitted to a greater testosterone exposition during the first embryonic states, showed a lower flexibility. While logic lead to this reasoning, it was not possible to conclude the same for females. The correlation between flexibility and R2D:4D resulted higher and significant, but curiously inverse, meaning girls with a lower R2D:4D tended to

VARIABLES	GIRLS 1st BATX	BOYS 1st BATX	GIRLS 3rd ESO	BOYS 3rd ESO
1. Flexibility	0,11995522	-0,12152919	0,28960751	0,19508051
2. Abs resistance and strength	0,65618183	0,31467958	0,63571282	0,35416706
3. Agility	0,50864444	-0,23330693	0,49539177	-
4. Legs strength	0,29712339	0,21126563	0,67895897	0,44237211
5. Arms strength	0,30588048	0,1797816	0,62913154	0,40884207
6. Resistance	0,66248257	0,49545371	0,54782632	0,66513082
PC	0,72425573	0,278716229	0,706364974	0,59060802

**Table III.** Correlation coefficients between SP and 2D:4D R2D:4D of the individuals separated by age and sex.



be more flexible. This same explanation is useful to justify the fact that the correlation between flexibility and R2D:4D resulted void. In the end, it would be interesting to see if other biological factors, like participants' height or weight, influenced to the results obtained in a more determinant way than the R2D:4D itself.

A possible answer for the null relation between the resistance ability and ratio, conversely to the Manning's results, could be supported by the type of studied individuals. Whereas this study was undertaken using a sample of adolescents without a previous selection depending on their PA, Manning accomplished his research based on a sample of elite athletes, who dedicate their life to this kind of tests. Under such conditions, every individual presents favourable genetic features and implies a lot of training, similar to the other participants' workout. Thus, a modest difference among their R2D:4D could affect greater the results. At this point, it would be reasonable to suggest that resistance ability changes importantly with age and it varies depending on the sport practiced [24]. Till 10 or 12 years old, resistance grows moderately, specially aerobic resistance. During the puberty, due to growth, resistance is maintained or raises very limitedly. Once this phase has been completed, when the individual is aged near 17, resistance raises spectacularly, reaching the 90% of total capacity. After this period, individuals attain the 100% of their total capacity in all resistance sorts, and it will get modified conditioned by the activities the individual does. Eventually, the correlation between this ability and SP appeared very high and significant in all age borders, fact that bolsters the explicated thesis.

In terms of the second part of the study, it was rational that SP presented high correlations with individuals' PC by virtue of the fact that most PA (all of them except flexibility) are improvable with practice and training. Therefore, it makes sense that correlation coefficients appeared positive, indicating a direct correlation; when raised the SP so did the PC proportionally, while the lower PC, the lower resulted the individual's SP. Conversely, the results revealed that the correlation between those two variables increased for girls. It is probable that, for evolutive and biological causes, males tend to be physically stronger and more prepared to run, hunt or defend

their group and this would produce that, even with meager SP the PC tends to remain worth to remark. This argument would also explain why this correlation resulted to diminish in 1<sup>st</sup> baccalaureate boys (aged 16 or 17) considering that they presented a further developed body as well as men features that 14 or 15-years-old teenagers do not display.

Although outcomes were quite discloser, it is needed to mention some debilities of the presented study. Foremost, for unrelated to the author reasons, the number of individual participating couldn't be equitable in all studied groups, both 3<sup>rd</sup> ESO groups remained with a reduced sample. It would be interesting to repeat this study with a more representative sample of individuals of this age boundaries.

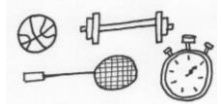
What is more, also some results were left without coming out with an explanation, likewise the fact that for the same ability  $r$  appeared both positive and negative for different study panels. Moreover, some subjective factors such as the personal effort when doing the tests or sincerity while answering the questionnaire could have altered the results.

Despite the cited points, the research concludes by answering clearly the initial hypothesis: the correlation among R2D:4D and concrete PA in adolescent boys and girls proves to be significant with regard to flexibility and arm strength, contrary to correlation this ratio presents with the other studied abilities. All studied abilities tend to be high-related with SP, except for the flexibility. From there, it could be interesting to study the R2D:4D of professional gymnasts, just like from which age this correlation is demonstrated, to determine whether it could be a useful tool to detect powerful athletes in disciplines requiring flexibility.

### Acknowledgements

I am extremely grateful to 3<sup>rd</sup> ESO and 1<sup>st</sup> baccalaureate students that agreed to participate in this study, to Fina Soler, Institut Bosc de la Coma director to authorise the centre's collaboration, to Jaume Solano and Joan Descamps, Institut bosc de la coma physical education teachers to facilitate Eurofit tests and technic advice and to Pilar Berga, Institut Bosc de la Coma math teacher who tutored





the research. I thank to Narcís Fernández and Joan Ignasi Genescà for their counsel on doing the research and writing this article. I am also so thankful to Lidia Vergés, English teacher in IE Besalú, who corrected the article.

## References

[1] Digit ratio (2D:4D): a biomarker for prenatal sex steroids and adult sex steroids in challenge situations

John Manning<sup>1\*</sup>, Liam Kilduff<sup>2</sup>, Christian Cook<sup>3</sup>, Blair Crewther<sup>4</sup> and Bernhard Fink<sup>5</sup> <sup>1</sup> Department of Psychology, Northumbria University, Newcastle UponTyne, UK <sup>2</sup> Applied SportsTechnology, Exercise and Medicine Research Centre, Swansea University, Swansea, UK <sup>3</sup> School of Sport, Health and Exercise Science, Bangor University, Gwynedd, UK <sup>4</sup> Hamlyn Centre, Imperial College, London, UK <sup>5</sup> Department of Biological Personality Psychology and Assessment, University of Göttingen, Göttingen, Germany

[2] Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*. 1998;13 (11): 3000–3004.

[3] Malas MA, Dogan S, Evcil EH, Desdicioglu K. Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D:4D). *Early Hum Dev*. 2006; 82 (7): 469–475.

Galis F, Ten Broek CM, Van Dongen S, Wijnaendts LC. Sexual Dimorphism in the Prenatal Digit Ratio (2D:4D). *Arch Sex Behav*. 2009;38(1): 57–62. 19. Lutchmaya S, Baron-Cohen

[4] Albores-Gallo, L., Fernández-Guasti, A., Hernández-Guzmán, L., & List-Hilton, C. (2009). Índice digital D2: D4 y desarrollo del lenguaje. *Revista de Neurología*, 48(11), 577-581.

[5] Wilson, Glenn D. Finger-length as an index of assertiveness in women. *Pers indiv Differ*. 1983.4(1):111–112.

[6] Bailey AA, Hurd PL . Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women. *Biol Psychol* .2005;68(3):215–222

[7] Beech JR, MacKintosh IC. Do differences in sex hormones affect handwriting style?. Evidence from digit ratio and sex role identity as determinants of the

sex of handwriting. *Pers indiv Differ*. 2005;39(2): 459–68.

[8] Neave N, Laing S, Fink B, Manning JT. Second to fourth digit ratio, testosterone and perceived male dominance. *Proceedings of the Royal Society B*. 2003; 270 (1529): 2167–2172. +

[9] Sluming VA, Manning JT. Second to fourth digit ratio in elite musicians Evidence for musical ability as an honest signal of male fitness. *Evol Hum Behav*.2000;21(1):1–9.

[10] Austin EJ, Manning JT, McInroy K, Mathews E. A preliminary investigation of the associations between personality, cognitive ability and digit ratio. *Pers indiv Differ*. 2002. 33(7): 1115–1124.

Honk J, Schutter DJ, Bos PA, Kruijt AW, Lentjes EG, Baron-Cohene S. Testosterone administration impairs cognitive empathy in women depending on second-to-fourth digit ratio. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011;108(8):3448–3452.

[11] Voracek M. Who wants to believe? Associations between digit ratio (2D:4D) and paranormal and superstitious beliefs. *Pers indiv Differ*. 2009;47 (2):105–109.

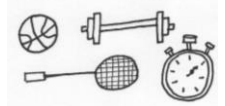
1 Brosnan MJ. Digit ratio as an indicator of numeracy relative to literacy in 7-year-old British schoolchildren. *Brit J Clin Psychology*. 2008;99 (Pt 1): 75–85.

[12] McFadden D, Westhafer JG, Pasanen E.G, Carlson C.L, Tucker DM. Physiological evidence of hypermasculinization in boys with the inattentive subtype of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Clinical Neuroscience Research*. 2005; 5(5–6): 233–245.

Stevenson JC, Everson PM, Williams DC, Hipskind G, Grimes M, Mahoney ER. Attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) symptoms and digit ratios in a college sample. *Am J Hum Biol*.2007; 19(1):41–50.

Martel MM, Gobrogge KL, Breedlove SM, Nigg JT. Masculinized Finger-Length Ratios of Boys, but Not Girls, Are Associated With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Behavioral Neuroscience*. 2008;122(2):273–281.

[13] Klump KL, Gobrogge KL, Perkins PS, Thorne D, Sisk, CL, Breedlove SM. Preliminary evidence that



gonadal hormones organize and activate disordered eating. *Psychol Med.* 2006;36(4):539–546.

[14] Smith AR, Hawkeswood SE, Joiner TE. The measure of a man: Associations between digit ratio and disordered eating in males. *Int J Eat Disord.* 2009;28(1): 191–194.

[15] Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction.* 1998;13 (11): 3000–3004.

[16] Manning JT, Bundred PE. The ratio of second to fourth digit length and age at first myocardial infarction in men: a link with testosterone?. *British Journal of Cardiology.* 2001;8(12) 720–723.

[17] Csathó A, Osváth A, Bicsák E, Karádi K, Manning J, Kállai J. Sex role identity related to the ratio of second to fourth digit length in women. *Biol Psychol.* 2003;62(2): 147–156.

Williams TJ, Pepitone ME, Christensen SE. Finger-length ratios and sexual orientation. *Nature.* 2000;404 (6777): 455–456.

[18] Manning JT, Taylor RP. Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual

selection in humans. *Evol Hum Behav.* 2001;22(1): 61–69.

[19] Mauricio Reyes Cortes, Paola Loza Gomez, Raziell Lizarraga caballero, Ruben eduardo torres galicia, yadith nycte-ha ruiz delcampo yshima. asesor: dr. Ricardo gonzalez domínguez instituto vasco de quiroga ciencias biológicas , bioquímica y medicas

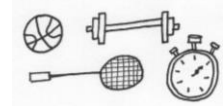
[20] Ehsan Eghbali Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. The relationship between digit ratio (2D:4D) and physical fitness in boys 7 to 13 years. *PLoS One.* 2013; 8(4): e59766 [21] Maarten W. Peeters, Katrijn Van Aken, and Albrecht L. Claessens: The Left Hand Second to Fourth Digit Ratio (2D:4D) Is Not Related to Any Physical Fitness Component in Adolescent Girls. Published online 2013 Apr 2 [22] (1988) Eurofit, handbook for the Eurofit tests of physical fitness. Rome: Edigraf Editoriale Grafica. [23] [http://www.dailymotion.com/video/xbbrkf\\_testosteron-a-y-dedo-anular-j-mannin\\_school](http://www.dailymotion.com/video/xbbrkf_testosteron-a-y-dedo-anular-j-mannin_school) . Consulted on 18/7/17

[24] <https://educaciofísicaegara.files.wordpress.com/2011/10/apunts-de-resistc3a8ncia-3r-ESO.pdf> . Consulted on 15/7/17.

## VI. CONVERSES AMB CIENTÍFICS

### CONVERSES PER A CONTRASTAR I COMPARTIR ELS RESULTATS DE LA MEVA RECERCA

Com he exposat en la introducció, trobava molt interessant tancar el treball amb un seguit de converses amb diferents científics que dediquen part de la seva vida professional a la recerca més o menys relacionada amb aquest tema. A cada un d'ells els he demanat que es llegissin la meva recerca, especialment els resultats i la discussió dels mateixos. Els he preguntat si em podien comentar les conclusions a les quals havia arribat, si veien alguna línia de recerca oberta o aplicació pràctica als resultats obtinguts. Finalment hem conversat amb cada un de temes relacionats amb la ciència, els procediments, els articles de divulgació i molts altres aspectes que m'han resultat molt interessants.



Presento a continuació una presentació dels científics consultats i una síntesi de la conversa mantinguda.

**Narcís Fernandez-Fuentes**



Narcís Fernandez-Fuentes té una doble llicenciatura en Biologia i Biotecnologia per les universitats de Girona i Autònoma de Barcelona respectivament. Va cursar un Màster en Biotecnologia a la Universitat de Autònoma de Barcelona, universitat per la qual també es va doctorar en Bioinformàtica l'any 2004. Durant el seu doctorat va fer diferents estades en centres internacionals incloent l'Institut Europeu de Bioinformàtica (EBI) a Cambridge, el *Imperial College of London* a Londres i al *Yeshiva University* a Nova York. Seguidament va començar la seva recerca post-doctoral a la universitat *Albert Einstein College of Medicine* a Nova York, on va aprofundir en els seus estudis de la predicció de estructura tridimensional a proteïnes. A l'any 2007 es va independitzar com a investigador començant el seu propi grup a la *University of Leeds* al Regne Unit on va formar la unitat de biologia computacional al *Leeds Institute of Molecular Medicine*. L'any 2012 va passar a ser professor de Bioinformàtica i Genètica a la *Aberystwyth University* al Regne Unit. A principis de l'any 2017 es va incorporar al grup de recerca de Bioinformàtica i Estadística Mèdica (BEM) de la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya amb una ajuda Ramon y Cajal. Prèviament havia rebut una ajuda Marie Curie i una TecnoSpring, entre

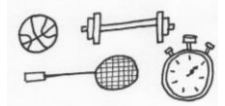
## SÍNTESI DE LA CONVERSA

### a. Comentari de les conclusions del treball

Havent realitzat totes les correlacions possibles entre ràtio 2D:4D i condició física així com aquesta condició i pràctica d'esport, s'ha pogut identificar el que s'anomena un *confounding effect* : òbviament d'aquells qui practiquen més esport s'esperen uns resultats més bons en les proves de condició física. Respecte als coeficients de correlació obtinguts efectuant aquestes correlacions, els resultats obtinguts són valors molt semblants als que altres estudis científics plasmen en els seus articles: coeficients pròxims a 0,3 o 0,4 acostuma a ser el rang habitual en què es considera existent una correlació entre les dues variables. Com ja era una hipòtesi de partida, les correlacions establertes entre la pràctica d'esport i la condició física han resultat molt més elevades. Aquest fet també ens indica que la correlació entre les altres dues variables és molt sorollosa, per factors externs que influeixen i modifiquen una de les variables; **tot i així, les conclusions extretes són correctes a partir de les evidències obtingudes.**

### b. Possibilitats de recerca partint d'aquest estudi

Partint d'aquests resultats poden existir **diverses línies obertes d'estudi**. Per exemple: els resultats obtinguts en correlacionar la flexibilitat amb la ràtio (depenent en alta mesura del sexe) podrien obrir diferents possibilitats d'estudiar-ne els motius específics. Un altre factor que pot prestar a nous estudis, seria el fet que segons l'edat els individus estan més o menys desenvolupats, per tal d'estudiar més concretament la variació de correlacions que presenta l'edat amb la condició física. Una altra possibilitat



seria un estudi d'una població molt més àmplia, amb la mateixa homogeneïtat o també amb una població d'estudi totalment homogènia. Es podria estudiar si s'obtenen resultats diferents en estudiar molts més individus d'un dels grups concrets que presenti resultats rellevants.

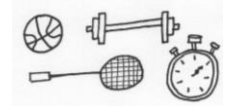
#### c. Aplicació pràctica dels resultats obtinguts

Els resultats poden tenir aplicacions pràctiques. Mesurar els dits és una mesura fàcil i pràctica que podria servir per seleccionar gent perquè es dediqués a esports concrets. Es tractaria de buscar les correlacions més fortes entre habilitats concretes i la ràtio i aplicar-ho en esports que requereixen aquestes habilitats. Un exemple n'és el cas de la gimnàstica rítmica, que requereix molta flexibilitat i, segons els resultats, la flexibilitat està altament correlacionada amb la ràtio. Així doncs, únicament mesurant els dits es podrien detectar persones que presenten una genètica favorable per a practicar gimnàstica rítmica. Una altra branca possible seria fer-ho servir en l'avaluació de les proves Eurofit, així com per preveure el futur d'un esportista jove. **Es tracta d'una mesura molt simple que serveix per orientar de forma no categòrica i, a més a més, no requereix extreure sang, o processos més complicats per extreure informació de l'individu.**

#### d. Procés de realització i publicació d'un article científic

En primer lloc, tens una hipòtesi que intentes demostrar de forma empírica, això és en el que consisteix el mètode científic, vigent des de fa segles. En aquest cas s'ha buscat com explicar el problema de si la ràtio presenta alguna correlació amb habilitats físiques en concret i si aquesta és inferior a la que la condició física pot presentar amb la pràctica d'esport en una població específica. S'ha dut a terme mitjançant la mesura dels dits, un valor de la pràctica d'esport i un últim que indica la condició física segons la bateria Eurofit. S'ha procedit amb l'anàlisi de totes les dades i dels resultats i s'ha acabat amb les conclusions. Una vegada escrit l'article, aquest ha de ser valorat per experts en el camp que tracta. S'envia l'article a una revista científica que l'envia als revisors específics, és el que s'anomena *PIR review* (Post Implementation Review). Per exemple en aquest cas potser l'enviarien al Sr. Manning i a altres experts, que es llegirien el projecte i apuntarien quines correccions cal fer, si no és correcte o si ja està a punt per ser publicat. L'editor, que treballa a la revista, llegeix els comentaris i parla amb l'autor sobre què cal modificar. Una vegada l'autor ha corregit l'article i aquest està acceptat, finalment es publica. Així doncs, **el procés és bàsicament un seguit de correccions de gent que entén sobre el tema que tracta la recerca.**

Òbviament, perquè un article científic sigui publicat, ha de presentar una sèrie de novetats. Un altre tipus d'articles s'anomenen *reviews* i consisteixen en resums de tots els descobriments i coneixements previs



sobre el tema: com un resum de tots els articles publicats sobre un camp concret fins al moment. No presenten coneixements nous però destaquen el més important dels treballs previs.

#### e. Qui pot publicar articles?

Un article científic és un escrit on s'exposa una recerca de manera molt ben establerta. En primer lloc es presenta el problema, què es coneix abans i quin tipus de mancança hi ha en aquest camp, que esdevindrà l'objectiu de resolució de la recerca. Un cop la recerca està plantejada, s'explica com es farà i quin tractament es realitzarà damunt les dades, s'exposen els resultats obtinguts i finalment es discuteixen. Darrere un article científic hi ha molta feina de disseny de la recerca, no és una història inventada sinó resultats reals. No és necessari cap mena de llicència ni títol per escriure un article científic. Cal recordar que tradicionalment la ciència no requeria ni carreres ni doctorats. **Tothom qui tingui els coneixements necessaris i interès per realitzar una recerca nova, que no s'ha fet mai abans i capaç de discutir-ne i donar explicacions als resultats obtinguts pot escriure un article**, si ho fa de la forma establerta. Per exemple, no hagués estat possible la realització d'aquest estudi sense uns previs coneixements d'estadística bàsica per realitzar les correlacions, i partint d'aquí s'ha pogut arribar a relacionar variables que mai abans havien estat estudiades per explicar alguna cosa que no es coneix: per exemple els resultats de la bateria Eurofit com a mesura de condició física amb la ràtio digital.

Xavier Verdaguer

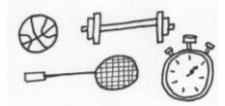


Fig. 28 Xavier Verdaguer

Graduat en fisioteràpia per la UCAM 2010 (Murcia) Diplomant en fisioteràpia per la EU Gimbernat, 1993-96. (Barcelona). Postgrau en PNIE i nutrició ortomolecular. Exerceix a la Verdaguer-Homs (Olot), Co-Director del Postgrau de PsicoNeuroInmunoEndocrinologia (PNIE), Divulgador científic a través de les funcions *¡Transfórmate!*, i col·laborador en nombrosos màsters, graus i postgraus en diferents universitats catalanes

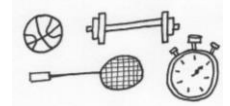
#### SÍNTESI DE LA CONVERSA

El tema que tracta aquest treball és un afer que entusiasma a Xevi Verdaguer. Explica que, a banda de la relació existent entre la ràtio i la flexibilitat exposada en el treball, aquesta raó digital té un munt de significats a les nostres vides. En cas d'una ràtio superior a 1, les persones tendeixen a ser més laxes i a patir més esquinços i fractures als teixits, que tenen més elàstics, qüestió que també



va relacionada amb la flexibilitat d'una persona. Afegeix que aquestes hormones estan estretament relacionades amb la flexibilitat: un excés d'estrògens, que en les dones es pot identificar ràpid ja que pateixen dolors menstruals més forts, provoca que tendixin a engreixar-se més ràpid, a recuperar-se de forma diferent de les lesions, a les quals són persones més propenses. Expressa que les hormones són determinants per la flexibilitat, independentment de si és o no entrenada, defensa que tothom té una flexibilitat i aquesta no es pot millorar, si entrenes molt seràs més flexible durant una estona però al cap d'un moment la teva flexibilitat haurà tornat a l'estat inicial. Les cèl·lules i els teixits funcionen d'una manera determinada en cada organisme a nivell de greixos i hormones, una hormona anomenada DHA (omega 3) s'encarrega que els teixits siguin o no flexibles, els greixos insaturats hi tenen un paper molt important. Aquests greixos també donen flexibilitat mental, a banda de flexibilitat muscular i de la pell; és a dir, una capacitat de pensar de forma menys rígida i capquadrada, millor predisposició i acceptació davant els canvis inesperats, menys tossudeses. En tots aquests processos també hi col·laboren les hormones femenines: els estrògens. En les noies el nivell d'estrògens depèn del cicle menstrual: hi haurà etapes que es mostraran lleugerament més flexibles i exposades a lesions musculars i d'articulacions (dates pròximes al dia 12 del període). Quan els nivells d'estrògens de les noies són molt alts o molt baixos hi ha canvis en els sistemes intestinals, teixits i neurotransmissors. És important que les noies no tinguin excés d'hormona femenina (pot venir pel fet de menjar làctics, carn, aliments en contacte amb plàstics o realització de poca pràctica d'esport) ja que els pics de nivell d'estrògens es tornen molt més pronunciats i els canvis en el cos, més exagerats i són més propenses a càncers hormonaals: de mama, d'úter, de colon, de tiroides ... En els nois, en canvi, els nivells d'estrògens és estable durant tot el mes i aquest depèn de la quantitat que en produeixen, si en tenen un nivell alt no hi ha problema si n'eliminen correctament l'excés (seran persones amb la ràtio més elevada, que es fixa durant el primer trimestre de l'embaràs), en cas de no ésser eliminat pot provocar problemes de migranyes, infarts o ictus cerebrals, varius als testicles...

És important eliminar l'excés tant d'hormona masculina com femenina, processos que duu a terme el fetge (consultar l'annex 5 per saber les rutes que segueix per fer-ho, així com les conseqüències en el nostre cos que comporta tenir més presència d'una hormona o d'una altra). Moltes vegades els resultats de no eliminar aquest excés es combaten mitjançant molts productes químics o homeopàtics específics o diferents quan l'origen comú dels diversos problemes que sorgeixen a l'organisme són deguts a aquest desequilibri hormonal.



L'exposició a les hormones durant l'etapa prenatal, i per tant la ràtio, és molt important per diversos factors físics i cognitius presents i diferents en cadascú de nosaltres (per a més informació consultar l'annex digital, annex 5).

Argumenta que hi ha una discussió sobre si l'exposició a les hormones que pateix el fetus ve donada per la dieta de la mare durant l'embaràs, ja que per exemple aliments amb glucosa fan pujar l'hormona masculina, o factors genètics.

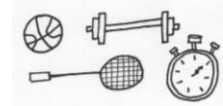
La ràtio 2D:4D pot tenir aplicacions pràctiques. Una ràtio inferior a 1 pot determinar millors esportistes, la qual cosa podria servir per veure en nens petits qui té més potencial. També és interessant perquè segons les hormones que fixen la ràtio, tenim el cervell estructurat d'una manera o d'una altra, i per tant també és diferent el caràcter de cada persona; les persones que presenten una ràtio més alta tendeixen a ser més sensibles i patidores, més dubitatives, més propenses a problemes d'angoixa i depressió. Amb una ràtio més baixa resulten ser més decidides, directes, amb facilitat per l'esport i tossudes. També pot estar relacionada amb malalties perquè els estrògens estan relacionades amb la sensibilitat al dolor i migranyes (serien persones amb la ràtio més alta).

Finalment, recomana que tothom qui estigui interessat en aquests temes consultin el seu nou llibre titulat *Transforma la teva salut*.

## VII. CONCLUSIONS

Fins aquí el meu treball de recerca, titulat *L'esport a les teves mans*. Hi heu pogut llegir una introducció de fonaments biològics i antecedents relacionats amb el tema; posteriorment, la part de la pròpia recerca, que inclou el plantejament, els materials i mètodes i, per últim, els resultats i conclusions extretes d'aquesta. He afegit un redactat de la recerca en forma d'article científic, també traduït a l'anglès i, finalment, converses on es revisen els resultats amb dos científics experts en recerca.

Aquest projecte m'ha servit principalment per aprendre el funcionament a petita escala d'una recerca científica. Cal destacar, en aquest punt, que el fet d'haver escollit fer un treball de temàtica totalment científica, ha fet que hagués de tenir molt present, i des de les primeres

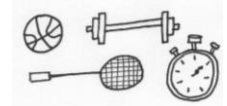


línies, que no podia escriure res que no estigués fonamentat. Cada afirmació ha d'estar provada, no hi ha lloc per a les improvisacions, valoracions o estimacions subjectives. Això implica que darrere cada apartat del treball hi ha un intens treball de documentació i recerca bibliogràfica; en alguna ocasió per escriure una sola frase he hagut de llegir diversos articles que la confirmessin. Fer aquesta feina, que no sempre queda clarament reflectida, o no sempre és percebuda pel lector, m'ha fet pensar que a partir d'ara sabré valorar-la personalment quan llegeixi textos científics.

Mentre em documentava per realitzar el treball, he après a distingir una mica més quines fonts són fiables i quines resulten no ser-ho, tenint també l'oportunitat de llegir molts articles científics. A més, he après a seguir el fil de la investigació feta sobre un tema en concret durant un període llarg de temps, i a seleccionar i sintetitzar tots els antecedents que podrien ser importants per a la meva investigació. He tingut l'oportunitat d'aplicar el mètode científic i veure com funciona a la pràctica; de tal manera que he hagut de treballar de forma molt estricta i objectiva. Aquest treball m'ha servit per practicar el tractament de dades aplicant els coneixements previs en el camp de l'estadística i també per interpretar resultats i aprendre a discutir-los de manera rigorosa des d'un punt de vista científic. Per tant, m'ha estat útil per posar en pràctica coneixements apresos en camps de matemàtiques, educació física, biologia i fins i tot química. Respecte a la redacció de l'article científic, he après a sintetitzar molt contingut de forma realment breu i el fet de traduir-lo a l'anglès ha estat una bona oportunitat per adquirir vocabulari científic propi d'aquesta llengua. He conegut a fons com es configuren aquest tipus d'articles, l'estructura que presenten, de què parlen i el format que exposen.

La major dificultat que m'ha aparegut a l'hora de realitzar el treball ha estat trobar informació d'apartats concrets, com ara en què consisteixen i per a què serveixen els gens Hox. En d'altres apartats, en canvi, m'ha passat el contrari, un excés d'informació ha provocat que hagués de seleccionar la més necessària per al desenvolupament del treball. Aquest seria el cas del funcionament de les hormones i la seva descripció, ja que consisteix en un tema molt ampli. M'ha estat difícil també seleccionar entre tots els estudis anteriors, aquells que podrien resultar interessants per ajudar-me a fonamentar la meva recerca. El fet que els resultats obtinguts hagin estat poc simples i poc evidents, ha fet que la interpretació d'aquests tampoc m'hagi resultat del tot senzilla, he hagut de pensar molt a fons quins podrien ser els possibles raonaments de cada discussió.

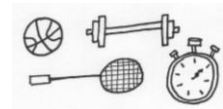




Respecte a la part pràctica, hauria pogut estar interessant treballar en una mostra més àmplia i, en cas que hagués disposat de més temps, realitzar la bateria Eurofit de forma totalment completa. Una altra possible branca del treball que he hagut de suprimir per qüestió de temps i de distància hauria estat l'estudi de la ràtio 2D:4D en un equip de noies de 17 anys dedicades a la gimnàstica rítmica, esport que requereix una flexibilitat altíssima i comprovar si aquestes noies presenten una ràtio que coincideix amb els resultats obtinguts en la recerca (una ràtio 2D:4D alta). Una altra via de continuïtat del treball possible hauria estat fer la predicció de resultats segons les dades de ràtio en individus que realitzen el mateix esport, en un mateix equip (fan la mateixa pràctica d'esport) i comparar els resultats obtinguts amb les seves proves Eurofit.

Tot i aquestes possibles millores, estic satisfeta amb els resultats obtinguts i amb el fet d'haver elaborat una recerca científica des de l'inici fins a l'últim pas del procés. He pogut, d'alguna manera, viure la sensació, de curiositat i d'incertesa que segurament porta implícita tota recerca.

Per últim, he d'agrair a la Pilar Berga, professora de matemàtiques a l'Institut Bosc de la Coma i tutora del treball, per la realització del seguiment i l'ajuda oferta per estructurar i a dur a terme la recerca; així com a l'Institut Bosc de la Coma i a en Jaume Solano i a en Joan Descamps, per ajudar-me a obtenir les dades necessàries, i als estudiants que han participat voluntàriament i aquells que m'han ajudat a mesurar els dits dels participants. M'agradaria donar les gràcies també a en Narcís Fernández i a l'Elisenda Gendre, llicenciats en biologia i biotecnologia, per donar-me la idea per la recerca i pel seu assessorament científic durant tot el procés i a Joan Ignasi Genescà, biòleg, per revisar tot el contingut científic. També a en Xevi Verdaguer per compartir una conversa sobre els resultats obtinguts i a l'Eva Colomé i a la Lúdia Vergés, professores de llengua catalana i anglesa, per haver-me ajudat en la revisió ortogràfica i d'estil de tot el projecte. Finalment, a la meua família pel suport en la realització del treball.



## BIBLIOGRAFIA

(Criteri de citació APA)

ALFARO VICENTE *Apartats principals d'un article científic. Quaderns de la fundació antoni esteve. Num. 15* Data de consulta: 15/08/2017. Recuperat de la pàgina:  
<http://www.raco.cat/index.php/QuadernsFDAE/article/viewFile/258052/345327>

American journal of human genetics (1952 jun); 4(2): 72–89. Relative index finger length as a sex-influenced trait in man · Data de consulta: 7/04/2017. Recuperat de la pàgina:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1716436/>

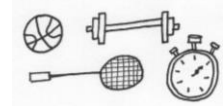
American journal of humain genetics. Volume 100, Issue 3 March 02, 2017. Data de consulta: 2/04/2017. Recuperat de la pàgina: [http://www.cell.com/ajhg/issue?pii=S0002-9297\(16\)X0004-3](http://www.cell.com/ajhg/issue?pii=S0002-9297(16)X0004-3)

ARATÓ M, FRECSKA E, BECK C, AN M, KISS H. (2004) *Digit length pattern in schizophrenia suggests disturbed prenatal hemispheric lateralization*. Progress in Neuro-psychopharmacology & Biological Psychiatry. 2004;28(1): 191–194 · Data de consulta: 17/03/2017. Recuperat de la pàgina:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14687873>

AUSTIN EJ, MANNING JT, MCINROY K, MATHEWS E (2002). *A preliminary investigation of the associations between personality, cognitive ability and digit ràtio*. Pers indiv Differ. 2002. 33(7): 1115–1124. Data de consulta: 7/04/2017. Recuperat de la pàgina:  
[http://www.kafyeda.co.il/vault/documents/Ratio\\_07.pdf](http://www.kafyeda.co.il/vault/documents/Ratio_07.pdf)

BAILEY AA, HURD PL . (2005) *Finger length ràtio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women*. Biol Psychol;68(3):215–222 . Data de consulta: 15/03/2017. Recuperat de la pàgina:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15620791>

BAILEY A, HURD P, ALLISON A. (2005) *Depression in men is associated with more feminine finger length ràtios*. Pers indiv Differ. 2005;39(4): 829–836 Data de consulta: 15/03/2017. Recuperat de la pàgina:  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.595.5076&rep=rep1&type=pdf>



BEECH JR, MACKINTOSH IC. (2005) *Do differences in sex hormones affect handwriting style?. Evidence from digit ratio and sex role identity as determinants of the sex of handwriting*. *Pers indiv Differ.*;39(2): 459–68. <http://www.le.ac.uk/psychology/jrb/PDFs/Beech%20&%20Mackintosh%202005.pdf>

BENNETT, M. digit ratio (2d:4d) and performance in elite rugby players: *journal of sports sciences*: vol 28, no 13. Data de consulta: 17/05/2017. Recuperat de la pàgina: <http://shapeamerica.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2010.510143?scroll=top&needAccess=true>

Bateria Eurofit. Data de consulta: 22/06/2017. Recuperat de la pàgina: <http://www.xtec.cat/~jsanz/avalua/eurofit.htm>

BLANCHARD A, LYONS, M. *An Investigation into the Relationship between Digit Length Ratio and Psychopathy*. *British Journal of Forensic Practice*. 2010;12(2):23. Data de consulta: 22/03/2017. Recuperat de la pàgina: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.5042/bjfp.2010.0183>

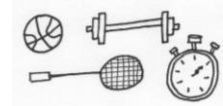
BROSNAN MJ. *Digit ratio as an indicator of numeracy relative to literacy in 7-year-old British schoolchildren*. *Brit J Clin Psychology*. 2008;99 (Pt 1): 75–85. Data de consulta: 22/03/2017. Recuperat de la pàgina: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306453014000493>

BURRIS RP, LITTLE AC, NELSON EC. (2007) *2D:4D and sexually dimorphic facial characteristics*. *Arch Sex Behav.*;36 (3): 377–384 Data de consulta: 17/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17203400>

Cell press. Cell metabolism. agilent technologies. Data de consulta: 2/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/y98gq3uj>

Condicció física 2. Data de consulta: 22/06/2017. Recuperat de la pàgina: <http://xaf-cf2.blogspot.com.es/2009/11/que-son-les-malalties-hipocinetiques.html>

CONSEJO DE EUROPA (1981): 2nd European Seminar on testing Physical Fitness. Strasbourg. Department of Physical Education en la University of Birmingham. Committee for the Development of Sport. Data de consulta: 2/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/ybqopwcd>



CONSEJO DE EUROPA (1982): 4th European Research Seminar on Testing Physical Fitness. Cardio-respiratory Aspects. Strasbourg. International Olympic Academy (Greece). Committee for the Development of Sport. Data de consulta: 2/04/2017. Recuperat de la pàgina:

CONSEJO DE EUROPA (1982): *Evaluation of Motor Fitness* (Ed.): Del Report of European Research Seminar on the evaluation of motor Fitness. Belgium. K. U. Leuven. Data de consulta: 2/04/2017. Recuperat de la pàgina:

<http://www.grao.com/mmd/NzAzNDQ5NjgtMjBiMzlwMDA5ZDQxNTFmZTBiZjY3NTU0Y2E4ZmQ5YTktQVUtrVM=>

CONSEJO DE EUROPA (1983): *Testing Physical Fitness. EUROFIT. Experimental Battery*. Provisional handbook Strasbourg. Data de consulta: 2/04/2017. Recuperat de la pàgina:  
<http://revistas.um.es/rie/article/viewFile/109041/103711>

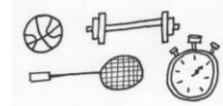
COUNCIL OF EUROPE COMMITTEE OF MINISTERS RECOMMENDATION No. R (87) 9 OF THE COMMITTEE OF MINISTERS TO MEMBER STATES ON THE EUROFIT TESTS OF PHYSICAL FITNESS (Adopted by the Committee of Ministers on 19 May 1987 at the 408th meeting of the Ministers' Deputies) Data de consulta: 2/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK241311/>

COUNCIL OF EUROPA (1983) *Testing physical fitness eurofit Experimental Battery provisional handbook*. Strasbourg Data de consulta: 22/06/2017. Recuperat de la pàgina:  
<http://www.pdfdocuments2.com/e/63/eurofit-physical-fitness-test-battery.pdf>

CSATHÓ A, OSVÁTH A, BICSÁK E, KARÁDI K, MANNING J, KÁLLAI J. *Sex role identity related to the ratio of second to fourth digit length in women. Biol Psychol. 2003;62(2): 147–156.* Data de consulta: 22/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12581689>

EUROFIT (1993) *La Bateria Eurofit en Catalunya*. Departament de la Presidència e la Generalitat de Catalunya. Direcció General de l'Esport. Barcelona. Data de consulta: 2/04/2017. Recuperat de la pàgina: <http://www.svplaredo.es/EFisica2008/Baremacion%20test%20EUROFIT.pdf>

EVARDONE, ALEXANDER A. ANXIETY (2009) *Sex-linked Behavior, and Digit Ratios*. Arch Sex Behav. 2009; 38(3): 442–455. . Data de consulta: 2/04/2017. Recuperat de la pàgina:  
[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2768336/Finger length & digit ratio hand news!the 2d:4d digit ratio = index finger length vs. Ring finger length](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2768336/Finger%20length%20&%20digit%20ratio%20hand%20news!the%202d:4d%20digit%20ratio%20=%20index%20finger%20length%20vs.%20ring%20finger%20length). Data de consulta: 12/02/2017. Recuperat de La pàgina: <https://fingerlengthdigitratio.wordpress.com/tag/john-manning/>



FINK B, MANNING JT, NEAVE N. *The 2nd-4th digit ratio (2D:4D) and neck circumference: implications for risk factors in coronary heart disease*. International Journal of Obesity. 2006;30(4): 711–714. Data de consulta: 12/03/2017. Recuperat de La pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16261185>

Freeletics. Testosterona: ¿qué se esconde detrás de la hormona que crea la musculatura? Data de consulta: 7/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.freeletics.com/es/knowledge/que-se-esconde-detras-de-la-testosterona/>

GARCIA GERMAN *El ejercicio y la producción hormonal*. Data de consulta: 7/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/y9vkmnas>

GERDY, P. (1829) *Anatomie des Formes Extérieures du Corps Humain*. Paris. Data de consulta: 2/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://archive.org/details/b21463323>

GILBERTO ALEPH PRIETO (JANUARY 2003) *How do steroids hormones work?..* Data de consulta: 8/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/ycrtsok3>

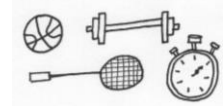
GLENN D.WILSON (1983) *Finger-length as an index of assertiveness in women volume 4, issue 1, 1983, pages 111-112. Science direct*. Data de consulta: 17/04/2017. Recuperat de la pàgina: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0191886983900612>

GOODE, PAULA *Estrogen's effects on the female body* [urmc / encyclopedia](http://urmc.encyclopedia.com). Data de consulta: 5/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/y85m3dp3>

HEBERT PALMA PULIDO LUIS (24 ABRIL, 2017) *Testosterona; principios básicos*. Data de consulta: 7/04/2017. Recuperat de la pàgina: <http://g-se.com/es/nutricion-deportiva/blog/testosterona-principios-basicos>

HONK J, SCHUTTER DJ, BOS PA, KRUIJT AW, LENTJES EG, BARON-COHENE S. (2011) *Testosterone administration impairs cognitive empathy in women depending on second-to-fourth digit ratio*. Proc Natl Acad Sci U S A.;108(8):3448–3452. Data de consulta: 17/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21300863>

HORM BEHAV. (2006 Apr). *Digit ratio (2D:4D) and physical fitness in males and females: Evidence for effects of prenatal androgens on sexually selected traits*. Data de consulta: 17/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/y9fp7doz>



IES MANUEL BROSETA. BANYERES. *U.d.condició física i sistemes d'entrenament. 4t eso . Curs 2013-14.*  
Data de consulta: 23/07/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/y94s9npd>

INSTITUT ÈGARA. *Departament d'educació física. La resistència: classificació i mètodes d'entrenament.*  
Data de consulta: 10/07/2017. Recuperat de la pàgina:  
<https://educaciofisicaegara.files.wordpress.com/2011/10/apunts-de-resistc3a8ncia-3r-eso.pdf>

INSTITUT DE VIDRERES . *Tema 8.- les capacitats físiques bàsiques ( condicionals ).* Data de consulta:  
22/06/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/yatgm5n6>

JEFFREY W INNIS, *Hand-foot-genital syndrome last update: may 3, 2012. Gene review.* Data de consulta:  
17/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1423/>

JOANN E. MANSON. *Estrogen. Healty women.* Data de consulta: 5/04/2017. Recuperat de la  
pàgina: <http://www.healthywomen.org/condition/estrogen>

KRAUS M.D. and HIRSCHLAND R. P. (1954) *Minimum muscular fitness tests in school children .* [Research Quarterly. American Association For Health, Physical Education And Recreation](#) Vol. 25 Data de consulta:  
2/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK241311/>

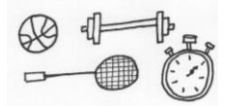
KLUMP KL, GOBROGGE KL, PERKINS PS, THORNE D, SISK, CL, BREEDLOVE SM. *Preliminary evidence that gonadal hormones organize and activate disordered eating.* Psychol Med. 2006;36(4):539–546. Data de consulta: 12/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16336745>

LOPEZ ROSA. (3 JULIO 2015) *Diferencias físicas entre el hombre y la mujer para entrenar.* DIARIO DE NAVARRA. Data de consulta: 10/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/y975acqa>

LUXEN MF, BUUNK BP. (2005) *Second-to-fourth digit ratio related to Verbal and Numerical Intelligence and the Big Five.* Pers indiv Differ . 39(5): 959–966. Data de consulta: 10/03/2017. Recuperat de la pàgina: [isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/34195.pdf](http://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/34195.pdf)

MAARTEN W. PEETERS ( 27 Oct 2010) *The left hand second to fourth digit ratio (2d:4d) does not discriminate world-class female gymnasts from age matched sedentary girls. .* Journals.plos.one. Data de consulta: 17/05/2017. Recuperat de la pàgina:  
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0040270>

MAARTEN W. PEETER. (2013 APR 2) *The left hand second to fourth digit ratio (2d:4d) is not related to any physical fitness component in adolescent girls.* Published online journals.plos.one. Data de consulta: 12/07/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3614960/>



MANNING JOHN, LIAM KILDUFF , CHRISTIAN COOK, BLAIR CREWETHER AND BERNHARD FINKS (2014) *Digit r tio (2D:4D): a biomarker for prenatal sex steroids and adult sex steroids in challenge situations* Recuperat de la p gina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3906590/>

MANNING JT, SCUTT D, WILSON J, LEWIS-JONES DI. (1998) *The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. Human reproduction.*;13 (11): 3000–3004. Data de consulta: 13/03/2017. Recuperat de la p gina:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9853845>

MANNING JT, BUNDRED PE. ( 2001) *The r tio of second to fourth digit length and age at first myocardial infarction in men: a link with testosterone?*. British Journal of Cardiology. 2001;8(12) 720–723. Data de consulta: 23/03/2017. Recuperat de la p gina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3775119/>

MANNING JT, TAYLOR RP.( . 2001) *Second to fourth digit r tio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans*. Evol Hum Behav. 2001;22(1): 61–69. Data de consulta: 24/03/2017. Recuperat de la p gina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11182575>

MARTEL MM, GOBROGGE KL, BREEDLOVE SM, NIGG JT. (2008) *Masculinized Finger-Length Ràtios of Boys, but Not Girls, Are Associated With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. Behavioral Neuroscience*. 2008;122(2):273–281. Data de consulta: 15/03/2017. Recuperat de la p gina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2902868/>

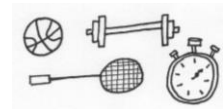
MARTEL MM. *Conscientiousness as a mediator of the association between masculinized finger-length ràtios and attentiondeficit/hyperactivity disorder (ADHD). J Child Psychol Psychiatry*. 2009;50(7): 790–798. S Data de consulta: 15/03/2017. Recuperat de la p gina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4311552/>

MARTIJN VAN MENSVOORT . (April 8,2009). *Hand news sub-theme:2d:4d digit ratio* Data de consulta: 4/04/2017. Recuperat de la p gina: <https://tinyurl.com/yce39s49>

MARTÍNEZ LÓPEZ E. (2002) *Pruebas de aptitud física*. Ed. Paidotribo, Barcelona.

MCCLEAN PHILLIP (1997.) *Hormonal control of gene expression*. Data de consulta: 8/03/2017. Recuperat de la p gina: <https://www.ndsu.edu/pubweb/~mcclean/plsc431/geneexpress/eukaryex8.htm>

MCFADDEN D, WESTHAFFER JG, PASANEN E.G, CARLSON C.L, TUCKER DM. (2005) *Physiological evidence of hypermasculinization in boys with the inattentive subtype of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)*. Clinical Neuroscience Research.; 5(5–6): 233–245. Data de consulta: 8/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/yb922oxv>



MCFADDEN D, SHUBEL E. (2002) *Relative lengths of fingers and toes in human males and females*. *Horm Behav*. 2002;42(4):492–500. . Data de consulta: 18/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12488115>

*Mou el cos, desvetlla la ment. Qualitats físiques bàsiques a educació física*. (Maig 2008). Data de consulta: 22/07/2017. Recuperat de la pàgina: <http://www.mouelcos.cat/?p=209>

NEAVE N, LAING S, FINK B, MANNING JT. (2003) *Second to fourth digit ratio, testosterone and perceived male dominance*. *Proceedings of the Royal Society B*.; 270 (1529): 2167–2172. Data de consulta: 15/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1691489/>

NEYOY SIARI CHRISTIAN (3RD FEBRUARY 2015). *Conceptos básicos del control de la expresión génica*. Data de consulta: 8/03/2017. Recuperat de la pàgina: <http://apuntesbiotecnologiageneral.blogspot.com.es/2015/02/conceptos-basicos-del-control-de-la.html>

NICHOLS HANNAH (26 SEPTEMBER 2016) *Estrogen: how does estrogen work?*. Data de consulta: 5/04/2017. Recuperat de la pàgina: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/277177.php>

PETER HOLLAND (FEBRUARY 2007) *Classification and nomenclature of all human homeobox genes*. Research Gate. Data de consulta: 7/03/2017. Recuperat de la pàgina: [https://www.researchgate.net/publication/5883433\\_Classification\\_and\\_nomenclature\\_of\\_all\\_human\\_homeobox\\_genes](https://www.researchgate.net/publication/5883433_Classification_and_nomenclature_of_all_human_homeobox_genes)

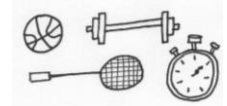
PONSETI X. *Com escriure i publicar un article científic.ice.uib*. Data de consulta: 15/08/2017. Recuperat de la pàgina: [http://www.ice.uib.cat/digitalAssets/250/250571\\_33Com-escriure-i-publicar-un-article-cientAfic3.pdf](http://www.ice.uib.cat/digitalAssets/250/250571_33Com-escriure-i-publicar-un-article-cientAfic3.pdf)

ROBLES PAQUITA. Educació física (les Puig de la Creu). Data de consulta: 23/07/2017. Recuperat de la pàgina: [http://blocs.xtec.cat/paqui8/?page\\_id=54](http://blocs.xtec.cat/paqui8/?page_id=54)

RONALDS G, PHILLIPS DIW, GODFREY KM, MANNING JT. *The ratio of second to fourth digit lengths: a marker of impaired fetal growth?* *Early Hum. Dev.*;2002;68:21–26. Data de consulta: 23/04/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12191526>

ROSA GARCIA PÉREZ. *Coordinació dinàmica general i especial*. Data de consulta: 23/07/2017. Recuperat de la pàgina: <http://blocs.xtec.cat/rgarci97/files/2009/10/cdg-i-cde1.pdf>





SERRAT-BRUSTENGA MARTA (2010) *Pautes per elaborar un article científic.upc* Data de consulta: 15/08/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/yb35nenx>

Scs1956. Bateria eurofit en español (18 DE MAR. DE 2014) . Data de consulta: 22/07/2017. Recuperat de la pàgina: <https://es.slideshare.net/SCS1956/eurofit-32456534>

SLUMING VA, MANNING JT. (2000)*Second to fourth digit ratio in elite musicians Evidence for musical ability as an honest signal of male fitness.* *Evol Hum Behav.*2000;21(1):1–9. Data de consulta: 15/03/2017. Recuperat de la pàgina: [http://www.kafyeda.co.il/vault/documents/Ratio\\_07.pdf](http://www.kafyeda.co.il/vault/documents/Ratio_07.pdf)

SMITH AR, HAWKESWOOD SE, JOINER TE. *The measure of a man: Associations between digit ratio and disordered eating in males.* *Int J Eat Disord.* 2009;28(1): 191–194. Data de consulta: 15/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3246617/>

STEVENSON JC, EVERSON PM, WILLIAMS DC, HIPSKIND G, GRIMES M, MAHONEY ER.( 2007) *Attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) symptoms and digit ratios in a college sample.* *Am J Hum Biol.*2007; 19(1):41–50. Data de consulta: 17/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17160985>

TERMCAT, CENTRE DE TERMINOLOGIA, (2009) *Bibliografia: criteris de presentació en els treballs terminològics. vic: eumo editorial; barcelona: termcat, centre de terminologia.* Data de consulta: 2/02/2017. Recuperat de la pàgina: <http://www.termcat.cat/docs/docs/Bibliografia.pdf>

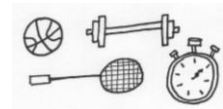
Toptendsports. Eurofit fitness testing battery. Data de consulta: 22/06/2017. Recuperat de la pàgina: <http://www.topendsports.com/testing/eurofit.htm>

TORTORICE JL.( 2002) *Written on the body : butch/femme lesbian gender identity and biological correlates.* Rutgers University. 2002. 67. Data de consulta: 20/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/ycvmk85d>

UViC (2015) *Guia per elaborar citacions bibliogràfiques en format APA Basada en la 6a edició del Publication manual of the American Psychological Association.* Data de consulta: 2/02/2017. Recuperat de la pàgina: [https://www.uvic.cat/system/files/altres\\_a2016\\_guia\\_per\\_elaborar\\_citacions\\_2a\\_ed\\_0.pdf](https://www.uvic.cat/system/files/altres_a2016_guia_per_elaborar_citacions_2a_ed_0.pdf)

VALLEJO , CL (2002) *Desarrollo de la condición física y sus efectos sobre el rendimiento físico y la composición corporal de los niños futbolistas.* Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Data de consulta: 2/07/2017. Recuperat de la pàgina: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5029/lvc4de6.pdf>

VORACEK M. (2009)*Who wants to believe? Associations between digit ratio (2D:4D) and paranormal and superstitious beliefs.* *Pers indiv Differ.*;47 (2):105–109. Data de consulta: 2/03/2017. Recuperat de la pàgina: <https://tinyurl.com/y8yosy2f>



WALSH F. *Index finger length prostate cancer clue. BBC News. Disponible des de:*  
<http://www.bbc.co.uk/news/health-11880415> Data de consulta: 5/06/2017.

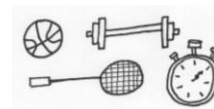
Wikipedia enciclopedia lliure. Genes homeòtics. Data de consulta: 7/03/2017. Recuperat de la pàgina:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Genes\\_home%C3%B3tics](https://es.wikipedia.org/wiki/Genes_home%C3%B3tics)

Wikipedia enciclopedia lliure. *Estrogen*. Data de consulta: 5/04/2017. Recuperat de la pàgina  
<https://ca.wikipedia.org/wiki/Estrogen>

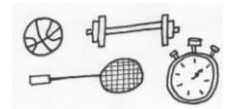
WILLIAMS TJ, PEPITONE ME, CHRISTENSEN SE.( 2000) *Finger-length ràtios and sexual orientation.*  
*Nature.* 2000;404 (6777): 455–456. Data de consulta: 5/03/2017. Recuperat de la pàgina:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10761903>

ZHENGUI ZHENG AND MARTIN J. COHN.( 2011) *Developmental basis of sexually dimorphic digit ràtios*  
Howard Hughes Medical Institute and Department of Molecular Genetics and Microbiology and  
Department of Biology, University of Florida, Gainesville. Data de consulta: 20/03/2017. Recuperat de la  
pàgina: <http://www.pnas.org/content/108/39/16289>

WILSON, GLENN D. (1983.) *Finger-length as an index of assertiveness in women. Pers indiv Differ.*  
4(1):111–112. Data de consulta: 15/03/2017. Recuperat de la pàgina:  
[https://wikivisually.com/wiki/Glenn\\_Wilson\\_\(psychologist\)](https://wikivisually.com/wiki/Glenn_Wilson_(psychologist))



# ANNEXOS



# ANNEX 1

Document de consentiment informat

Comunicació a la direcció de l'Ins. Bosc de la Coma

Consentiment dels professors del departament d'Educació Física

## DOCUMENT DE CONSENTIMENT INFORMAT

Aquest formulari de Consentiment Informat s'adreça als nois i noies de quart d'ESO i primer i de Batxillerat de l'Institut Bosc de La Coma, als quals demano la seva participació en la investigació RELACIÓ DE LA RAÓ DIGITAL 2D:4D AMB LES DIFERENTS HABILITATS MOTRIUS.

## INFORMACIÓ DEL PROJECTE DE RECERCA.

AUTORA DEL TREBALL: Martina Cots Costa

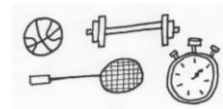
TURORA : Pilar Berga Colom

OBJECTIU : en aquesta recerca em proposo indagar si hi ha alguna correlació entre la relació 2D:4D i les habilitats esportives.

## RECOLLIDA DE DADES

Per tal de poder calcular la raó 2D:4D, raó digital entre la llargada dels dits índex i anular, necessitaré prendre la mida de la llargada d'aquests dos dits a cada un dels participants en el treball de recerca. Per fer-ho utilitzaré un peu de rei digital i només demano un parell de minuts del teu temps.

Per poder obtenir dades sobre les habilitats físiques demanaré permís per utilitzar els resultats obtinguts en la bateria de proves Eurofit realitzades a l'inici de curs pels professors d'Educació Física i que cada participant ompli un petit qüestionari sobre hàbits i pràctica d'esport.



## CONFIDENCIALITAT

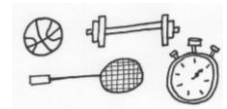
Anotaré les dades obtingudes en registres i es guardaran utilitzant un codi per tal de garantir el total anonimat a cada un dels participants. Les dades obtingudes només s'utilitzaran per a poder realitzar aquest treball d'investigació i es guardaran de manera que cap persona aliena a la investigació hi tingui accés.

## INFORMACIÓ SOBRE ELS RESULTATS

Com a participant en aquest projecte em podràs demanar conèixer els resultats que l'estudi ha donat consultant el treball final que presentaré o bé demanant-me'ls directament a l'adreça [martinacotscosta@gmail.com](mailto:martinacotscosta@gmail.com)

## VOLUNTARIETAT DE LA PARTICIPACIÓ

La participació és voluntària i en qualsevol moment del procés es pot revocar



A l'atenció de la senyora Fina Soler  
Directora de l'Institut Bosc de La Coma

Com a alumna de primer de Batxillerat he de realitzar el Treball de Recerca. Em proposo estudiar si hi ha alguna correlació entre la relació 2D:4D i les habilitats esportives. La tutora del treball és la professora Pilar Berga.

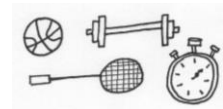
Per poder obtenir les dades necessàries demano la participació dels alumnes de l'INS Bosc de La Coma que en aquest curs 2016-2017 estan cursant quart d'ESO i primer de Batxillerat. També demano al Departament d'Educació Física poder utilitzar els resultats de la bateria de proves Eurofit sobre habilitats físiques fetes a l'inici de curs.

Tal com exposo en el document adjunt de Consentiment Informat, garanteixo que en tot moment les dades proporcionades seran gestionades garantint-ne l'anonimat.

Per tot això, demano autorització per a poder recollir les dades amb la finalitat que he explicat.

Olot, 15 de febrer de 2017

SRA. FINA SOLER. DIRECTORA DE L'INS BOSCH DE LA COMA



## A l'atenció del senyor Jaume Solano i Joan Descamps Professors d'Educació Física de l'INS Bosc de La Coma

Com a alumna de primer de Batxillerat he de realitzar el Treball de Recerca. Em proposo estudiar si hi ha alguna correlació entre la relació 2D:4D i les habilitats esportives. La tutora del treball és la professora Pilar Berga.

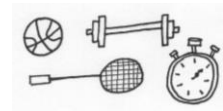
Per poder obtenir les dades necessàries demano la participació dels alumnes de l'INS Bosc de La Coma que en aquest curs 2016-2017 estan cursant quart d'ESO i primer de Batxillerat.

Demano la col·laboració del professorat d'Educació Física poder tenir informació detallada i poder fer ús dels resultats la bateria de proves Eurofit sobre habilitats físiques fetes a l'inici de curs.

Tal com exposo en el document adjunt de Consentiment Informat, garanteixo que en tot moment es guardarà la confidencialitat de les dades proporcionades i seran gestionades de forma totalment anònima.

Olot, 15 de febrer de 2017

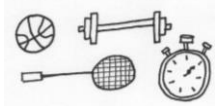
SRS. JAUME SOLANO i JOAN DESCAMPS. PROFESSORS D'EDUCACIÓ FÍSICA



## ANNEX 2

Taules de barems de la bateria Eurofit



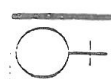


Generalitat de Catalunya  
Departament de la Presidència  
Direcció General de l'Esport

**TABLA DE PERCENTILES**  
**BATERIA EUROFIT**

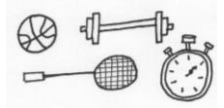
Edad: 13 años  
Sexo: Femenino ♀

Kg.	Peso	Talla	"Plate tapping"		Flexión de tronco		Velocidad 10x5m.		Flexión de brazos		Salto horizontal	Abdominales en 30 s.	Dinamometría manual	"COUPE JUVENILE" (1)	Periodos
			Cm.	Seg.	Cm.	Seg.	Cm.	Seg.	Cm.	Repeticiones					
5	35,8	145,0	14"8	/10	16,0	24"0	/10	0"0	/10	120	12	17,0	3,5	5	
10	39,5	147,5	13"9	/10	19,0	23"0	/10	0"0	/10	128	13	18,0	4,0	10	
15	41,3	149,0	13"6	/10	21,0	22"5	/10	1"4	/10	130	14	19,5	4,0	15	
20	42,0	150,0	13"2	/10	21,0	22"0	/10	2"4	/10	135	14	20,0	4,5	20	
25	43,0	151,0	13"1	/10	22,0	21"5	/10	3"4	/10	140	15	21,0	4,5	25	
30	44,0	152,0	12"9	/10	23,0	21"1	/10	4"6	/10	141	16	21,5	4,5	30	
35	44,7	152,5	12"6	/10	24,0	21"0	/10	5"4	/10	142	17	22,0	5,0	35	
40	45,6	153,0	12"5	/10	25,0	20"6	/10	6"2	/10	145	17	23,0	5,0	40	
45	46,8	154,0	12"3	/10	25,5	20"4	/10	6"8	/10	148	18	23,0	5,5	45	
50	48,0	154,5	12"1	/10	26,0	20"0	/10	7"7	/10	150	18	23,5	5,5	50	
55	48,5	155,0	11"9	/10	27,0	19"9	/10	8"8	/10	154	18	24,0	6,0	55	
60	49,0	156,5	11"7	/10	27,0	19"6	/10	9"5	/10	158	19	25,0	6,0	60	
65	50,5	157,5	11"5	/10	28,0	19"4	/10	11"0	/10	160	20	25,0	6,0	65	
70	52,0	158,0	11"4	/10	29,0	19"2	/10	11"9	/10	160	20	26,0	6,5	70	
75	53,0	159,5	11"2	/10	30,0	19"0	/10	14"3	/10	165	20	27,0	7,0	75	
80	54,4	161,0	11"1	/10	31,0	18"8	/10	16"4	/10	169	21	27,0	7,0	80	
85	55,9	162,0	10"8	/10	32,0	18"5	/10	18"0	/10	170	22	28,0	7,5	85	
90	57,2	164,0	10"6	/10	33,0	18"1	/10	20"5	/10	175	23	30,0	7,5	90	
95	60,0	165,5	10"1	/10	34,0	17"5	/10	25"5	/10	183	26	31,5	8,0	95	
99	72,9	168,0	9"5	/10	35,0	16"8	/10	40"4	/10	196	30	34,0	9,0	99	



90  
95  
99

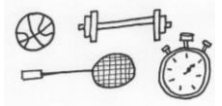
90  
95  
99



Generalitat de Catalunya Departament de la Presidència Direcció General de l'Esport		TABLA DE PERCENTILES BATERIA EUROFIT										Edad: 14 años Sexo: Femenino	
Peso Kg.	Talla Cm.	"Plate tapping"		Flexión de tronco Cm.	Velocidad 10x5m. Seg.	Flexión de brazos Seg.	Salto horizontal Cm.	Abdominales en 30 s.	Dinamometría manual Kg.	"COURSE INVENTE" (1)	Periodos		
		Seg.	Seg.										
5	38,5	147,0	13"9 /10	14,0	24"1 /10	0"0 /10	121	8	18,5	2,5	5		
10	42,2	149,5	13"6 /10	18,0	23"2 /10	0"0 /10	128	12	20,0	3,0	10		
15	43,2	151,0	13"3 /10	20,0	23"0 /10	0"0 /10	135	13	21,0	3,5	15		
20	45,0	153,0	12"9 /10	21,0	22"6 /10	1"8 /10	138	14	22,5	4,0	20		
25	46,0	154,0	12"7 /10	22,0	22"1 /10	2"8 /10	140	14	23,0	4,0	25		
30	47,6	154,0	12"4 /10	23,0	21"9 /10	3"6 /10	143	15	24,0	4,5	30		
35	48,4	155,0	12"2 /10	24,0	21"5 /10	4"9 /10	146	15	24,0	4,5	35		
40	49,0	156,0	12"0 /10	25,0	21"2 /10	5"8 /10	148	16	25,0	4,5	40		
45	50,0	157,0	11"9 /10	26,0	21"0 /10	7"1 /10	151	17	25,0	5,0	45		
50	51,9	158,0	11"6 /10	27,0	20"7 /10	8"0 /10	154	17	26,0	5,0	50		
55	52,5	159,0	11"5 /10	27,0	20"3 /10	8"5 /10	158	18	26,0	5,0	55		
60	53,4	159,5	11"3 /10	28,0	20"0 /10	9"2 /10	160	19	27,0	5,5	60		
65	54,5	160,0	11"0 /10	29,0	19"6 /10	10"9 /10	162	19	27,5	5,5	65		
70	56,0	161,0	10"9 /10	30,9	19"4 /10	12"3 /10	165	20	28,0	6,0	70		
75	57,2	162,0	10"8 /10	31,0	19"1 /10	13"9 /10	166	21	29,0	6,5	75		
80	59,0	163,0	10"5 /10	32,0	18"9 /10	14"9 /10	171	22	30,0	7,0	80		
85	61,0	163,0	10"2 /10	33,0	18"6 /10	16"5 /10	178	23	31,0	7,0	85		
90	63,0	165,0	9"9 /10	35,0	18"1 /10	18"6 /10	185	25	32,0	7,5	90		
95	66,0	168,5	9"8 /10	37,5	17"3 /10	22"2 /10	190	26	34,0	8,5	95		
99	81,0	175,0	9"2 /10	40,0	15"8 /10	34"9 /10	214	32	37,0	10,0	99		

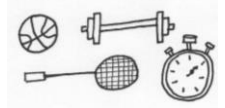
14 AÑOS CHICAS

PERCENTILES



Generalitat de Catalunya Departament de la Presidència Direcció General de l'Esport		TABLA DE PERCENTILES BATERIA EUROFIT										Eddad: 15 años Sexo: Femenino		
Kg.	Talla Cm.	"Plate lapping"		Flexión de tronco		Velocidad 10x5m.		Flexión de brazos		Salto horizontal Cm.	Abdominales en 30 s. repeticiones	Dinamometria manual Kg.	"COURSE PAYETTE" (1)	Periodos
		Cm.	Seg.	Cm.	Seg.	Cm.	Seg.	Cm.	Seg.					
5	149,0	14"6	/10	18,7	21"8	/10	0"0	/10	132	16	21,0	3,0	5	
10	151,0	13"6	/10	20,4	21"2	/10	0"0	/10	143	18	22,9	3,5	10	
15	152,1	13"2	/10	23,0	20"9	/10	1"9	/10	149	19	24,0	4,0	15	
20	154,0	12"6	/10	24,0	20"6	/10	2"8	/10	151	19	25,0	4,0	20	
25	155,0	12"4	/10	25,0	20"2	/10	3"9	/10	155	20	25,0	4,5	25	
30	156,0	12"1	/10	25,8	20"1	/10	5"2	/10	160	20	27,0	5,0	30	
35	157,0	11"9	/10	26,5	19"8	/10	6"2	/10	160	20	27,0	5,0	35	
40	158,0	11"6	/10	27,2	19"6	/10	6"7	/10	163	21	28,0	5,0	40	
45	159,0	11"4	/10	27,7	19"4	/10	7"8	/10	165	22	28,0	5,0	45	
50	159,5	11"3	/10	28,1	19"1	/10	8"3	/10	169	22	29,0	5,5	50	
55	160,0	11"2	/10	29,0	19"0	/10	9"3	/10	170	22	29,0	5,5	55	
60	161,0	11"0	/10	29,9	18"7	/10	10"8	/10	172	23	30,0	6,0	60	
65	162,0	10"8	/10	30,4	18"5	/10	12"4	/10	174	24	30,0	6,0	65	
70	163,0	10"7	/10	31,0	18"3	/10	14"1	/10	176	24	31,0	6,5	70	
75	164,0	10"6	/10	32,0	18"2	/10	15"8	/10	180	25	31,6	6,5	75	
80	165,0	10"4	/10	32,9	17"8	/10	18"2	/10	182	26	32,6	7,0	80	
85	166,0	10"2	/10	34,0	17"7	/10	21"0	/10	186	26	34,0	7,5	85	
90	168,0	10"0	/10	35,5	17"5	/10	24"4	/10	190	27	35,0	8,0	90	
95	170,0	9"5	/10	37,9	17"1	/10	29"7	/10	201	30	36,0	8,5	95	
99	176,5	9"1	/10	41,9	16"2	/10	44"7	/10	220	33	41,0	10,0	99	

15 AÑOS CHICAS

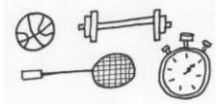


Generalitat de Catalunya Departament de la Presidència Direcció General de l'Esport		TABELLA DE PERCENTILES BATERIA EUROFIT							Edad: 16 años Sexo: Femenino				
Peso Kg.	Talla Cm.	"Plate tapping" Seg.		Flexión de tronco Cm.		Velocidad 10x5m. Seg.		Flexión de brazos Seg.		Salto horizontal Cm.	Abdominales en 30 s. Repeticiones	Dinamómetro manual Kg.	"COURSE MAY III." (1") Periodos
		Seg.	Seg.	Cm.	Cm.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.				
5	151,0	14"3	/10	17,2	22"2	/10	0"0	/10	0"0	135	14	22,5	2,5
10	153,7	13"1	/10	20,0	21"0	/10	0"0	/10	0"0	142	17	24,0	3,0
15	155,0	12"9	/10	23,0	20"5	/10	1"0	/10	1"0	147	18	25,0	3,5
20	156,0	12"7	/10	24,5	20"2	/10	2"6	/10	2"6	150	19	25,0	4,0
25	156,0	12"3	/10	25,3	20"1	/10	3"4	/10	3"4	153	20	26,0	4,0
30	157,0	12"0	/10	26,5	19"9	/10	3"9	/10	3"9	156	20	26,5	4,5
35	158,0	11"8	/10	27,0	19"7	/10	4"7	/10	4"7	158	21	27,0	4,5
40	159,0	11"7	/10	27,5	19"5	/10	5"6	/10	5"6	160	22	27,5	4,5
45	160,0	11"4	/10	28,0	19"3	/10	6"7	/10	6"7	162	22	28,2	5,0
50	160,0	11"2	/10	28,6	19"1	/10	7"6	/10	7"6	165	22	29,0	5,0
55	161,0	11"0	/10	29,0	19"0	/10	8"6	/10	8"6	168	23	30,0	5,5
60	161,0	10"9	/10	30,0	18"7	/10	10"2	/10	10"2	172	23	30,0	5,5
65	162,0	10"8	/10	30,6	18"5	/10	11"6	/10	11"6	175	23	31,0	6,0
70	162,9	10"5	/10	31,4	18"3	/10	12"8	/10	12"8	178	24	31,8	6,5
75	164,0	10"4	/10	32,0	18"0	/10	15"1	/10	15"1	181	25	32,0	6,5
80	165,6	10"2	/10	32,5	17"7	/10	18"0	/10	18"0	185	26	33,0	7,0
85	167,0	9"9	/10	33,9	17"3	/10	21"4	/10	21"4	189	27	34,0	7,0
90	169,0	9"6	/10	35,1	17"1	/10	25"2	/10	25"2	192	27	35,0	7,5
95	171,0	9"1	/10	32,7	16"3	/10	30"6	/10	30"6	202	29	36,4	8,5
99	178,3	8"5	/10	42,3	12"8	/10	40"5	/10	40"5	210	30	41,1	9,5

16 AÑOS CHICAS

PERCENTILES

PERCENTILES



Generalitat de Catalunya  
Departament de la Presidència  
Direcció General de l'Esport

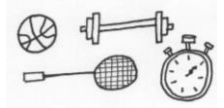
**TABLA DE PERCENTILES**  
**BATERIA EUROFIT**

Edad: 13 años  
Sexo: Masculino

Peso Kg.	Talla Cm.	"Plate tapping" Seg.		Flexión de tronco Cm.		Velocidad 10x5m. Seg.		Flexión de brazos Seg.		Salto horizontal Cm.	Abdominales en 30 s. Repeticiones	Dinamometría manual Kg.	"COURSE HANETTE" (1) Periodos
		"Plate tapping"	Seg.	Flexión de tronco	Cm.	Velocidad 10x5m.	Seg.	Flexión de brazos	Seg.				
5													
10	142,0 145,0	14"6 /10 14"0 /10	9,0 11,0	22"6 /10 22"0 /10	1"3 /10 3"5 /10	132 140	14 15	18,0 19,0	4,5 5,5				
15													
20	147,5	13"4 /10	12,0	21"5 /10	6"0 /10	145	16	20,5	6,0				
25	149,0 150,7	13"0 /10 12"9 /10	14,0 15,0	20"9 /10 20"5 /10	7"9 /10 9"2 /10	150 154	17 18	21,0 22,0	6,5 7,0				
30													
35	152,0	12"6 /10	16,0	19"9 /10	10"6 /10	158	19	23,0	7,0				
40	153,0 154,0	12"4 /10 12"1 /10	17,0 18,0	19"5 /10 19"4 /10	11"0 /10 12"4 /10	160 162	20 20	23,5 24,0	7,5 7,5				
45													
50	155,0	12"0 /10	19,0	19"2 /10	13"4 /10	166	20	25,0	7,5				
55	156,0 158,0	11"9 /10 11"6 /10	19,0 20,0	18"9 /10 18"7 /10	15"1 /10 16"1 /10	170 172	21 21	26,0 26,5	8,0 8,5				
60													
65	159,0	11"5 /10	21,0	18"5 /10	18"0 /10	175	22	27,0	8,5				
70	160,0 161,0	11"4 /10 11"2 /10	22,0 22,0	18"3 /10 18"0 /10	19"8 /10 22"0 /10	179 180	22 23	27,5 29,0	9,0 9,5				
75													
80	162,5	11"0 /10	24,0	17"5 /10	24"9 /10	185	24	30,5	9,5				
85	164,0 166,0	10"8 /10 10"5 /10	25,0 27,0	17"2 /10 16"9 /10	26"8 /10 31"0 /10	188 195	25 26	31,5 32,5	9,5 10,0				
90													
95	167,5	10"2 /10	28,0	16"6 /10	36"5 /10	200	28	36,0	10,5				
99	169,0 175,0	9"7 /10 8"8 /10	29,0 32,5	16"0 /10 15"3 /10	44"9 /10 55"8 /10	210 235	30 34	40,5 46,0	11,5 12,5				

pág. 72

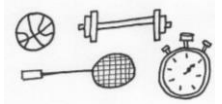
13 AÑOS MASCULINO



Generalitat de Catalunya Departament de la Presidència Direcció General de l'Esport		TABLA DE PERCENTILES BATERIA EUROFIT										Edad: 14 años Sexo: Masculino			
Kg.	Peso	Talla	"Plate tapping"		Flexión de tronco		Velocidad 10x5m.		Flexión de brazos		Salto horizontal	Abdominales en 30 s.	Dinamometría manual	"COURSE INMETE" (1')	
			Cm.	Seg.	Cm.	Seg.	Seg.	Seg.	Cm.	Repeticiones				Kg.	Periodos
5	38,2	149,0	14"3	/10	9,0	22"5	/10	0"7	/10	140	14	21,0	4,5	5	
10	40,6	152,5	13"3	/10	11,0	21"8	/10	2"9	/10	150	16	22,0	6,0	10	
15	42,6	154,5	12"9	/10	13,0	21"4	/10	5"7	/10	159	17	23,5	6,5	15	
20	44,8	156,0	12"6	/10	14,0	21"0	/10	9"2	/10	163	18	25,7	7,0	20	
25	46,5	158,0	12"4	/10	15,0	20"6	/10	11"6	/10	166	19	27,0	7,5	25	
30	47,7	159,0	12"0	/10	17,0	20"2	/10	12"8	/10	170	20	27,5	7,5	30	
35	49,1	160,0	11"8	/10	18,0	19"7	/10	14"9	/10	175	21	28,5	8,0	35	
40	50,6	161,7	11"7	/10	19,0	19"3	/10	16"3	/10	178	22	30,0	8,0	40	
45	52,5	162,5	11"5	/10	19,5	18"9	/10	18"5	/10	180	22	30,5	8,5	45	
50	53,2	164,0	11"3	/10	21,0	18"6	/10	19"7	/10	182	23	31,5	8,5	50	
55	54,3	164,0	11"1	/10	22,0	18"3	/10	22"7	/10	185	23	32,5	9,0	55	
60	55,6	165,0	10"9	/10	23,0	18"0	/10	25"2	/10	189	24	35,2	9,0	60	
65	57,5	166,0	10"7	/10	24,0	17"8	/10	26"6	/10	190	25	37,0	9,5	65	
70	58,5	167,5	10"6	/10	25,0	17"5	/10	29"2	/10	194	25	38,0	9,5	70	
75	60,0	169,0	10"5	/10	25,0	17"4	/10	31"2	/10	200	26	39,0	10,0	75	
80	61,3	170,7	10"3	/10	26,7	17"2	/10	33"8	/10	205	26	40,2	10,0	80	
85	63,5	171,5	10"1	/10	28,0	16"8	/10	37"3	/10	210	27	42,5	10,5	85	
90	67,2	173,2	9"8	/10	29,0	16"4	/10	40"9	/10	217	29	43,7	11,0	90	
95	69,0	176,0	9"4	/10	30,0	15"9	/10	50"2	/10	223	30	45,5	11,0	95	
99	72,0	178,0	9"0	/10	35,0	15"1	/10	61"6	/10	235	33	48,5	11,5	99	

14 AÑOS CHICOS

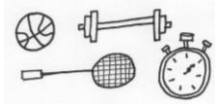
PERCENTILES



Generalitat de Catalunya Departament de la Presidència Direcció General de l'Esport		TABLA DE PERCENTILES BATERIA EUROFIT										Edad: 15 años Sexo: Masculino
Kg.	Peso	Talla	"Plate tapping"		Flexión de tronco	Velocidad 10x5m.	Flexión de brazos	Salto horizontal	Abdominales en 30 s.	Dinamometría manual	"COURSE INVERTE" (1)	Periodos
			Seg.	Seg.								
5	45,0	155,0	13"6 /10	9,7	21"6 /10	6"0 /10	165	18	28,0	5,0	5	
10	48,1	158,0	12"9 /10	11,7	20"6 /10	9"6 /10	172	20	29,0	6,0	10	
15	50,0	160,0	12"6 /10	15,3	19"7 /10	12"1 /10	177	21	30,5	6,5	15	
20	51,0	162,0	12"3 /10	17,0	19"3 /10	13"3 /10	180	22	33,5	7,0	20	
25	52,0	163,0	12"0 /10	18,0	18"9 /10	14"8 /10	184	23	35,0	7,5	25	
30	53,4	165,0	11"9 /10	19,0	18"6 /10	17"3 /10	188	23	36,0	7,5	30	
35	55,0	166,0	11"6 /10	20,0	18"4 /10	19"9 /10	193	23	36,5	8,0	35	
40	56,5	167,0	11"5 /10	20,6	18"2 /10	22"0 /10	197	24	37,0	8,0	40	
45	57,1	167,0	11"2 /10	21,4	17"9 /10	24"1 /10	199	24	38,0	8,5	45	
50	58,5	168,0	11"1 /10	22,0	17"6 /10	25"8 /10	201	25	40,0	8,5	50	
55	59,6	169,0	10"9 /10	22,9	17"4 /10	27"2 /10	204	25	40,5	9,0	55	
60	61,4	170,0	10"8 /10	23,4	17"2 /10	29"1 /10	207	26	42,0	9,5	60	
65	62,9	171,0	10"6 /10	24,6	17"0 /10	31"6 /10	210	26	43,0	9,5	65	
70	64,0	173,0	10"4 /10	25,3	16"9 /10	33"8 /10	213	27	44,0	9,5	70	
75	65,1	174,0	10"1 /10	26,0	16"8 /10	36"9 /10	215	27	45,0	10,0	75	
80	66,5	175,0	9"9 /10	27,0	16"6 /10	40"1 /10	219	28	46,2	10,5	80	
85	68,0	177,0	9"7 /10	28,8	16"3 /10	42"7 /10	222	29	48,0	11,0	85	
90	71,0	178,0	9"4 /10	31,0	16"0 /10	47"4 /10	230	29	52,0	11,0	90	
95	76,0	182,8	9"1 /10	33,0	15"4 /10	55"4 /10	241	31	54,9	11,5	95	
99	84,4	189,0	8"6 /10	46,2	12"8 /10	75"9 /10	261	35	59,4	12,0	99	

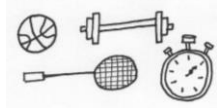
pág. 74

15 años chicos



Generalitat de Catalunya Departament de la Presidència Direcció General de l'Esport		TABLA DE PERCENTILES BATERIA EUROFIT						Edad: 16 años Sexo: Masculino										
Kg.	Peso	Talla	"Plate tapping"		Seg.		Flexión de tronco	Seg.		Velocidad 10x5m.	Seg.		Flexión de brazos	Salto horizontal	Abdominales en 30 s.	Dinamometría manual	"COURSE INNETE" (1)	Periodos
			Cm.	Seg.	Cm.	Seg.		Cm.	Seg.		Cm.	Kg.						
5	49,1	158,0	13"1	/10	11,0	21"8	/10	7"0	/10	168	20	30,0	6,0	5				
10	50,9	161,0	12"5	/10	14,1	19"9	/10	12"6	/10	181	21	32,0	6,5	10				
15	52,0	163,0	12"1	/10	16,0	19"4	/10	15"2	/10	188	22	34,5	7,0	15				
20	53,9	164,0	11"8	/10	17,0	18"9	/10	17"6	/10	190	23	36,4	7,5	20				
25	55,5	165,0	11"6	/10	18,0	18"5	/10	19"5	/10	195	23	37,0	8,0	25				
30	56,5	166,0	11"4	/10	19,7	18"2	/10	21"9	/10	200	24	38,0	8,0	30				
35	57,4	167,0	11"1	/10	20,5	18"1	/10	23"5	/10	201	25	39,0	8,5	35				
40	58,5	168,0	11"0	/10	21,0	17"9	/10	25"3	/10	203	25	40,0	8,5	40				
45	59,7	169,0	10"8	/10	22,0	17"7	/10	27"9	/10	205	25	41,0	9,0	45				
50	61,0	169,0	10"5	/10	23,0	17"6	/10	29"6	/10	209	26	42,5	9,5	50				
55	62,0	170,0	10"4	/10	24,1	17"4	/10	30"9	/10	211	26	44,0	9,5	55				
60	63,2	171,0	10"1	/10	25,0	17"2	/10	33"5	/10	213	27	45,0	9,5	60				
65	64,8	173,0	10"0	/10	25,7	16"9	/10	35"4	/10	215	27	45,5	10,0	65				
70	66,5	174,0	9"9	/10	26,6	16"7	/10	38"6	/92	220	28	46,1	10,0	70				
75	67,6	175,0	9"7	/10	27,2	16"6	/10	41"5	/10	221	28	47,0	10,0	75				
80	70,0	175,0	9"5	/10	28,2	16"3	/10	44"9	/10	225	29	49,0	10,5	80				
85	71,5	177,0	9"3	/10	30,0	16"0	/10	48"0	/10	228	29	51,0	11,0	85				
90	75,2	178,0	9"2	/10	31,0	15"6	/10	55"0	/10	233	30	53,0	11,5	90				
95	78,0	181,0	9"0	/10	33,4	15"3	/10	60"8	/10	245	32	55,0	11,5	95				
99	83,0	185,0	7"8	/10	37,3	14"4	/10	71"3	/10	280	35	60,4	13,0	99				

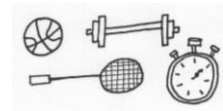




# ● Pilota Medicinal

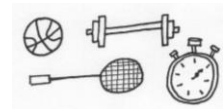
Valor	Edad / Chicas				Edad / Chicos			
	14	15	16	17	14	15	16	17
10	6'39	6'80	7'07	6'40	6'59	9'44	9'42	10'80
9	5'69	6'10	6'34	5'88	7'66	8'55	8'60	9'66
8	4'99	5'40	5'61	5'36	6'73	7'66	7'78	8'56
7	4'29	4'70	4'93	4'84	5'80	6'77	6'96	7'44
6	3'59	4'00	4'15	4'32	4'87	5'88	6'14	6'32
5	2'89	3'30	3'42	3'80	3'94	4'99	5'32	5'20
4	2'19	2'60	2'69	3'28	3'01	4'10	4'50	4'08
3	1'49	1'90	1'96	2'76	2'08	3'21	3'68	2'96
2	0'79	1'20	1'23	2'24	1'15	2'32	2'86	1'84
1	0'09	0'50	0'50	1'72	0'22	1'43	2'04	0'72
0	0'00	0'00	0'00	1'20	0'00	0'54	1'22	0'

(\*) Datos del I.B. Cardenal Cisneros de Madrid. El grupo de 17 años o más no es fiable por el poco número de datos que hacen que se agrupen alrededor del valor central. En todos los grupos la media aritmética corresponde al valor 6 y hacia arriba y hacia abajo es  $\pm 1, 2, 3$  ó  $4$  desviaciones estándar.



## ANNEX 3

Qüestionari sobre la pràctica de l'esport dels participants



## DADES DEL PARTICIPANT:

Codi:
Any de naixement:
Pes:
Alçada:

## DADES 4D-2D

DIT	4D	2D	RATIO
primer mesurament			
segon mesurament			
Mesura definitiva			

## ENQUESTA SOBRE LA PRÀCTICA D'ESPORT DEL PARTICIPANT

Pràctiques algun esport?  SÍ  NO

En cas afirmatiu, quin  esport practiques?

Quants anys fa que el  practiques?

Estàs  SÍ  NO federat?

Fas alguna  altra activitat física a banda d'aquest esport? Quina/es?

Quantes hores d'esport practiques a la setmana (entrenaments i partits)?

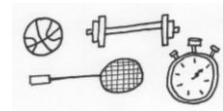
1 h o menys	Entre 1h i 2h	3 hores	4 hores	Entre 5h i 6h	Més de 7 hores
-------------	---------------	---------	---------	---------------	----------------

## CONSENTIMENT INFORMAT

Estic informat sobre els objectius del projecte RELACIÓ DE LA RAÓ DIGITAL 2D:4D AMB LES DIFERENTS HABILITATS MOTRIUS, dels aspectes referents a la recollida de dades, la confidencialitat de les dades i de com puc obtenir informació sobre els resultats de la recerca.

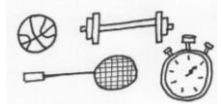
Signo aquest document confirmant la meua participació voluntària en el projecte.

Olot, ..... de març de 2017



## ANNEX 4

Article científic de la recerca en català



## Estudi de la ràtio digital 2D:4D i les habilitats físiques en una població d'estudiants de secundària

Martina Cots Costa, Ins. Bosc de la Coma Olot.

### Resum

*Està ben establert que la ràtio resultant de la llargada del segon i el quart dit, ràtio 2D:4D (R2D:4D) és un marcador biològic de l'exposició fetal als andrògens i ha estat progressivament adoptada com a eina per avaluar diferents habilitats i conductes humanes, entre elles la capacitat atlètica. En aquest estudi es va realitzar un estudi exhaustiu sobre la relació R2D:4D amb la condició física en general i amb diferents habilitats físiques concretes en una població de 86 estudiants de secundària d'edats compreses entre 14 i 17 anys. A partir de dades recollides relatives a diferents paràmetres d'estimació de la capacitat atlètica es va fer una comparació de la distribució de R2D:4D en aquesta població. Els resultats demostren que existeix una correlació lineal significativa entre R2D:4D i la flexibilitat, tant en dones com en homes, però no es dona tan significativament en cap altra habilitat. També quedà demostrada una alta correlació entre pràctica d'esport i habilitat física en totes les habilitats excepte en la flexibilitat. En conclusió, aquest estudi constata que la condició física ve més determinada per la pràctica de l'esport en totes les habilitats excepte en la flexibilitat, i que aquesta darrera pot ésser estimada per l'estudi de R2D:4D.*

**Paraules clau:** 2D:4D, ràtio digital, condició física, habilitats físiques, pràctica d'esport.

L'objectiu principal d'aquesta recerca era determinar si existia una relació significativa entre la ràtio 2D:4D i les diferents habilitats que conformen la condició física de la persona. També es volia constatar que, en cas d'existir aquesta relació, no era més significativa que la que pogués tenir la pràctica de l'esport i la condició física.

### Introducció

A partir d'un treball realitzat per el professor John Manning del Department of Psychology de la Northumbria University (United Kingdom) es va proposar que la ràtio resultant de dividir la llargada del segon dit amb la llargada del quart (R2D:4D) és un biomarcador que indica l'equilibri fetal entre la testosterona (T) i els estrògens (E) i que es determina durant el desenvolupament embrionari [1] A partir d'aquest estudi inicial i la seva verificació l'any 2002 [2] varen haver-hi un seguit d'estudis que indiquen que, les diferències de R2D:4D entre homes i dones és existent abans del naixement dels humans [3] i algunes recerques longitudinals usant raig X que mostren que la ràtio 2D:4D està present en fetus de 9 a 40 setmanes de gestació, s'estableix als dos anys, s'estabilitza als 9 i queda permanent un cop passada de la pubertat[4]. Posteriorment es multiplicaren els les investigacions encaminades a demostrar que R2D:4D podia estar relacionada amb diferents trets de la persona en el camp cognitiu i de la personalitat [5][6][7][8][9][10][11] de la salut [12][13][14][15][16], i fins i tot de l'orientació sexual [17]. Potser els més rellevants per aquest estudi són els estudis també del Prof. Manning que determinaren que una baixa R2D:4D implica major rendiment esportiu.[18]. Un estudi posterior demostrà que si bé R2D:4D té una capacitat pronòstica per determinar la capacitat atlètica, aquesta és més marcada a la població universitària, però no és significativa en individus en l'edat escolar, potser degut als baixos nivells de testosterona i falta de maduresa muscular-esquelètica[19]. Un estudi posterior venia a ratificar aquest descobriment conclouent que no hi ha relació entre les habilitats físiques i R2D:4D en individus pre-adolescents quan encara

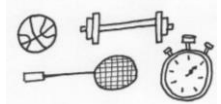
R2D:4D no està fixada de forma permanent i les habilitats físiques totalment desenvolupades [20]. Un altre treball relacionava habilitats físiques amb la ràtio 2D:4D de noies adolescents, però amb una àmplia franja d'edat [21]. No es va trobar d'altra banda cap estudi específic que relacionés habilitats físiques concretes i R2D:4D a una població adolescent dels dos sexes en període post pubertat (majors de 14 anys) i tampoc cap estudi que relacionés i comparés aquestes dades amb la pràctica de l'esport.

A partir d'aquests antecedents van sorgir la idea i les hipòtesis que s'exploren en aquest treball de recerca. Es plantejà, si més enllà dels estudis ja fets, es podria demostrar una correlació entre R2D:4D amb alguna habilitat física en concret en una població homogènia d'estudiants de secundària (és a dir post-pubertat), i si la relació entre ràtio 2D:4D (factor genètic, no alterable) i les habilitats físiques era menor que la que hi pogués haver entre habilitats físiques i pràctica continuada d'esport (factor conductual, social i canviant). Aquest plantejament va permetre establir en quina mesura una certa correlació lineal demostrada pot ser o no determinista. L'estudi va ser realitzat amb població a partir de 14 anys per tal de garantir una certa fiabilitat en la mesura de la ràtio 2D:4D i unes habilitats físiques ben desenvolupades.

### Materials i mètodes

#### Població d'estudi

Per desenvolupar la recerca es disposà d'una mostra de 86 alumnes de primer de batxillerat (16-17 anys) i tercer d'ESO (14-15 anys). Com que els individus presentaven una diversitat molt àmplia de condició física i de resultats en les diferents habilitats depenent de l'edat i el sexe, l'anàlisi dels resultats es va fer dividint la mostra inicial en quatre grups d'estudi:



- Nois 1r de batxillerat: 27 nois nascuts l'any 2000. IMC i alçada dins la mitjana espanyola d'homes d'entre 14 i 25 anys.
- Noies de 1r de batxillerat: 31 noies nascudes l'any 2000. IMC i alçada dins la mitjana espanyola per IMC i alçada dins la mitjana espanyola de dones d'entre 14 i 25 anys.
- Nois de 3r d'ESO: 17 nois nascuts al 2002. IMC franja baixa i alçada per sis cm. per sota mitjana espanyola d'homes d'entre 14 i 25 anys. (Indica que encara han de finalitzar creixement)
- Noies 3r ESO: 11 noies nascudes al 2002. IMC dins la normalitat i alçada per 4 cm. per sota mitjana espanyola dones d'entre 14 i 25 anys. (Indica que encara han de finalitzar creixement)

Inicialment es partia d'una mostra de 99 alumnes, dels quals se'n van descartar 13 que no tenien les proves Eurofit completes o no volgueren participar. Abans de poder recollir les dades es van obtenir una sèrie de consentiments, el de l'institut Bosc de la Coma per poder facilitar dades dels alumnes i l'autorització del propi participant per poder-les utilitzar (consentiment informat). Les dades utilitzades pel treball es van tractar de forma totalment anònima. Amb aquest objectiu, es va assignar a cada estudiant un codi format per una lletra segons el sexe M (masculí) o F (femení), i cinc dígits, per exemple F13042. Els dígits que seguien a la lletra proporcionaven informació de la classe del participant (per tal de classificar-les i ordenar-les fàcilment) i els últims tres dígits eren aleatoris, compresos entre el 001 i el 087.

### Càlcul de la R2D:4D

La R2D:4D representa la ràtio (divisió) entre la llargada del dit índex (2D) i el dit anul·lar (4D). Per cadascun dels individus de la població es va calcular la R2D:4D de la mà dreta de la següent manera. El revers de la mà es va col·locar en una superfície plana intentant que tota superfície dels dits estigués en contacte amb la superfície. Amb un peu de rei digital es mesurà el dit 4 des de la ratlla inferior marcada de l'articulació fins a la part superior del dit, sense pressionar i el més centrat possible. S'obrí la mandíbula exterior fins a obtenir una mesura aproximada del dit, ajustant-la amb el fixador fins a aconseguir la més precisa possible. Es féu el mateix pel dit 2. Es va repetir el procediment per tal de tenir 2 mesures de cada dit. Finalment es treballà amb la mitjana aritmètica de les dues mesures.



Fig 1. Descripció del mètode de obtenció de la mesura del dit (2D i 4D). Imatge de la web: <http://tinyurl.com/ybse29zt> extreta el 4/09/17.

La ràtio dels participants es considerarà una ràtio alta si era superior a 1 ja que el quart dit és més petit que el segon. En cas de ser inferior es considerarà baixa (el dit índex més curt que l'anul·lar). En aquest estudi no es donà cap cas on la ràtio fos igual que 1; els dos dits tinguessin la mateixa longitud. Per tal de realitzar el estudis de correlació les R2D:4D es varen passar a logaritme de base 10 ja que els valors es distribuïen en un rang molt petit.

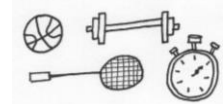
### Mesures de capacitat atlètica

La capacitat atlètica de cada individu es va caracteritzar mitjançant l'ús de sis de les nou proves estandarditzades de la bateria Eurofit [22]: flexibilitat de tronc, força abdominal, llançament de pilota medicinal, salt horitzontal Course Navette i desplaçament 10\*5. Amb aquestes proves, realitzades seguint les instruccions de la pròpia bateria, es van obtenir dades relacionades amb la flexibilitat, la força i resistència abdominal, la força de braços i de cames, resistència i agilitat respectivament. A partir d'aquestes dades i amb uns barems europeus estandarditzats i ponderats per sexe i edat, es va obtenir un valor de condició física que varia entre 0 i 80.

Per últim era necessari un valor que informés de la pràctica d'esport que realitza l'individu. Aquest valor s'obtingué mitjançant un qüestionari on es preguntà si es practicava esport i en cas afirmatiu de quin es tractava i si es practicava de forma federada. També es demanà al participant si practicava alguna altra activitat física, de quina es tractava i les hores d'esport en total que es realitzaven durant tota la setmana (veure Taula I) segons les respostes al qüestionari es va assignar un valor entre 0 i 3, essent 0 un individu sedentari i 3 un individu considerat molt esportista. Els barems de classificació d'aquest tipus de dades, es realitzaren a partir de la taula següent, consensuada amb els professors d'educació física de l'institut Bosc de la Coma, on es portà a terme l'estudi.

Taula I. Classificació de l'individu segons la seva pràctica esportiva.

SEDENTARI 0	POC ESPORTISTA 1	ESPORTISTA HABITUAL 2	MOLT ESPORTISTA 3
-Pràctiques esport? NO - Hores/setmana 1o menys	-Pràctiques esport? Sí - Federat? NO - Hores/setmana Entre 1 i 2h.	-Pràctiques esport? Sí - Federat? NO/Sí - Hores/setmana 3 h. 4h Entre 5 o 6	Pràctiques esport? Sí -Des de quan? Més de dos anys - Federat? Sí -Hores/set més de 7.

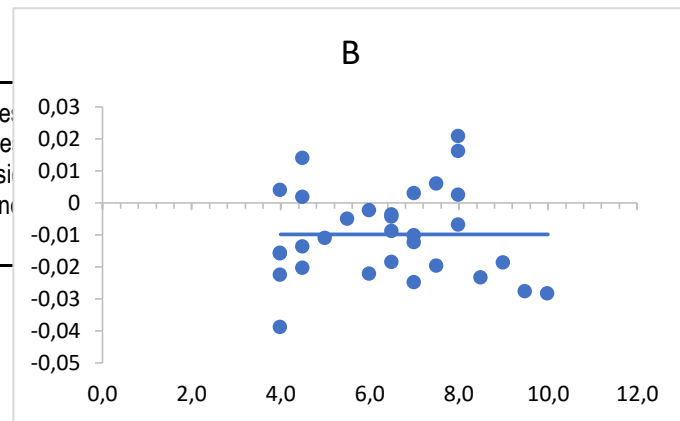
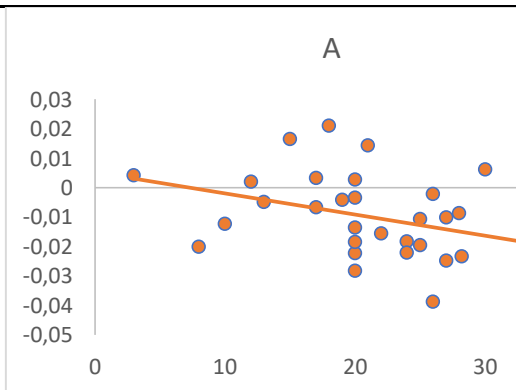


VARIABLES ESTUDIADAES	NOIES 1BATX	NOIS 1BATX	NOIES 3ESO	NOIS 3ESO
1. Flexibilitat	-0,3612394	0,22749516	-0,2402024	0,40720551
2. Força resistència abdominal	-0,1679766	0,02625137	0,24726568	0,11025626
3. Agilitat	0,107553	0,24894745	0,13356611	-0,2936178
4. potència de cames	-0,0644305	0,11230797	-0,1289758	0,34979625
5. Força de braços	-0,2300203	-0,3530950	0,39278914	0,14388577
6. Resistència	-	-	0,11121173	0,03042875
Condicció física	-0,108718	-0,0788500	0,01226425	0,26734796

de noies de 3r d'ESO ( $r=0,39$ ). La correlació no fou significant en cap grup pel que es refereix a la condició física en general.

**Taula II.** Coeficients de correlació en relacionar les diferents habilitats amb la ràtio 2D:4D dels individus separats en grups per edat i sexe.

Les preguntes relatives a quin esport practica l'individu i a quines activitats esportives serviren per confirmar que les hores comptabilitzades com a pràctica d'esport comporten exercici físic (es descartarien respostes tals com escacs, o altres activitats no físiques).



**Fig. 2** Correlació lineal entre flexibilitat i ràtio i entre resistència i ràtio 2D:4D de noies de 1r de batxillerat. A l'eix d'abscisses es mostra la flexibilitat en cm (A) o resistència amb el valor de la Course Navette (adimensional) (B) i l'eix de les Y la ràtio 2D:4D transformada a logaritme de base 10 (adimensional) La flexibilitat tendeix a presentar una correlació amb la ràtio molt més elevada que la que presenta la resistència.

### Tractament estadístic

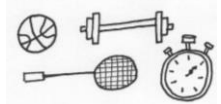
Totes les dades van estar tractades amb el programa Microsoft Excel, versió 2010. Es va treballar a partir del coeficient de correlació lineal ( $r$ ) o coeficient de Pearson que indica la correlació lineal existent entre dues matrius. També es van utilitzar les mitjanes i desviacions típiques de grups de la mostra per poder comparar-los. Calculat el coeficient de Pearson, i seguint els criteris observats en diferents articles científics relacionats amb el tema, es va considerar nul·la la correlació si  $r \leq 0,1$ ; correlació baixa si  $0,1 < r \leq 0,2$ ; correlació moderada si  $0,2 < r \leq 0,34$ , i correlació significativa si  $r > 0,34$ .

### Resultats

Els coeficients de correlació entre R2D:4D i habilitats físiques que es van poder recollir mostraren una correlació significant en la flexibilitat de les noies de 1r de batxillerat ( $r = -0,36$ ) i en els nois de 3r d'ESO ( $r = 0,41$ ) i moderada en els altres dos grups de la mostra. També es va observar una correlació significant de R2D:4D amb la força de braços en el grup de nois de 1r de batxillerat ( $r = -0,35$ ) i el

Els coeficients de correlació entre la pràctica d'esport i condició física es mostraren significants en tots els grups (des de  $r=0,59$  fins a  $r=0,72$ ) excepte en el grup de nois de 1r de batxillerat que fou moderada ( $r=0,27$ ). La correlació lineal de la pràctica d'esport amb les diferents habilitats va ser significativa en totes les habilitats (taula III) excepte en la flexibilitat.

Taula III. Coeficients de correlació entre la pràctica d'esport dels individus separats per edat i sexe i les següents habilitats.



## DISCUSSIÓ

VARIABLES	NOIES 1BATX	NOIS 1BATX	NOIES 3ESO	NOIS 3ESO
1. Flexibilitat	<b>0,11995522</b>	<b>-0,12152919</b>	<b>0,28960751</b>	<b>0,19508051</b>
2. Força resistència abdominal	0,65618183	<b>0,31467958</b>	0,63571282	0,35416706
3. Agilitat	0,50864444	<b>-0,23330693</b>	0,49539177	- 0,24321956
4. Potència de cames	0,29712339	<b>0,21126563</b>	0,67895897	0,44237211
5. Força de braços	0,30588048	<b>0,1797816</b>	0,62913154	0,40884207
6. Resistència	0,66248257	<b>0,49545371</b>	0,54782632	0,66513082
Condicció física	0,72425573	<b>0,278716229</b>	0,706364974	0,59060802

Es considera molt rellevant el fet que la flexibilitat sigui l'habilitat física més correlacionada amb R2D:4D i alhora menys correlacionada amb la pràctica de l'esport. També és mencionable la força com a habilitat correlacionada amb R2D:4D, i per últim prou rellevant, contrastant amb resultats previs obtinguts per experiments desenvolupats per Manning [23] la nul·la correlació de R2D:4D amb la capacitat de resistència.

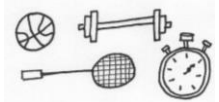
És possible que la correlació lineal R2D:4D i flexibilitat destaqués per damunt de les altres perquè, de totes les habilitats esportives que tenim, és la única que no podem entrenar ni tampoc millorar, tan sols mantenir. Així doncs, podria ser que la flexibilitat ens vingués "determinada" des del període embrionari, és l'habilitat més lligada a raons genètiques de naixement. D'altra banda, cal remarcar que el sexe femení té, per raons biològiques, una flexibilitat més alta, sobretot si parlem de flexibilitat de tronc. Això podria esser degut a que el cos de la dona està preparat per fer-se càrrec de l'embaràs i el part, que es faciliten si la mare és més flexible en tot l'entorn de la cadera, esforç que el cos d'un home no ha de suportar i, per tant, no requereix aquesta dosi extra de flexibilitat. Aquest últim apunt podria explicar perquè resulta que els nois van presentar una correlació inversa estudiant ràtio i flexibilitat: individus amb una ràtio més baixa, sotmesos una major exposició a la testosterona durant els primers períodes d'embaràs, mostren una flexibilitat també més baixa. Mentre que la lògica portà a aquest raonament pel que fa els nois, no es van poder extreure les mateixes conclusions pel sexe femení. La correlació entre ràtio i flexibilitat va sortir més alta, i molt significativa, però curiosament va aparèixer de forma inversa, és a dir, noies amb ràtio més baixa tendien a presentar major flexibilitat. L'explicació biològica respecte

a l'habilitat de la flexibilitat justifica perfectament el fet que els resultats de la correlació d'aquesta amb la pràctica de l'esport no aparegués significant. Finalment seria interessant veure en subseqüents estudis si altres factors biològics concrets, com l'alçada o el pes dels participants, van influir en aquest resultat de forma més determinant que la pròpia R2D:4D.

Una possible explicació per la nul·la relació entre la capacitat de resistència i R2D:4D, al contrari dels resultats obtinguts per Manning es podria recolzar en el tipus d'individus estudiats. Mentre que aquest estudi fou realitzat en mostra d'adolescents sense prèvia selecció segons les seves capacitats físiques, Manning estudià aquesta correlació en una mostra d'esportistes d'elit, dedicats específicament a aquest tipus de proves. En aquestes darreres condicions, tot individu ja presenta unes característiques genètiques favorables i un entrenament elevat i semblant al dels altres participants, llavors una diferència entre R2D:4D pot resultar més influent. En aquest apartat també es podria apuntar que la capacitat de resistència és molt variable amb l'edat. Fins al 10-12 anys la qualitat física de la resistència va creixent de manera moderada, sobretot la resistència aeròbica. En l'etapa de la pubertat i degut al creixement, es manté o augmenta però molt poc. Passada la pubertat, al voltant del 17 anys, es produeix un augment molt espectacular, arribant al 90% de la capacitat total, després d'aquesta etapa, s'arriba al 100% de la capacitat en tots els tipus de resistència, i variarà en funció de les activitats que es realitzin [24] Recordar que en aquest estudi els individus de mostra no superen els 17 anys. Finalment, resultà molt significativa l'alta correlació d'aquesta habilitat amb la pràctica en totes les franges d'edat, fet que recolza la tesi explicada.

En referència a la segona part de l'estudi, és raonable que la pràctica d'esport presentés correlacions altes amb la condició física dels individus ja que la major part de les habilitats físiques (totes menys la flexibilitat) són millorables amb la pràctica i l'entrenament. Llavors, té sentit que els coeficients de correlació fossin positius, indicant que la correlació és directa; quan augmenta la pràctica d'esport també augmenta la condició física, mentre que aquesta disminueix si la pràctica d'esport és menor. Per altra banda, els resultats van mostrar que la correlació entre les dues variables augmentava en el cas de les noies. És possible que el fet que el sexe masculí tingui, per raons evolutives i biològiques, una major tendència a estar físicament més preparat per córrer, caçar i fins i tot defensar el seu grup, provoqui que fins i tot amb pràctiques d'esport menors la condició física continuï essent mínimament destacable. Aquest raonament també explicaria perquè aquesta correlació resultà disminuir en els nois de primer de batxillerat (setze i disset anys), ja que presenten un cos notablement més desenvolupat i amb característiques d'home que els adolescents de catorze i quinze anys de tercer d'ESO.





Tot i que els resultats foren bastant reveladors, cal esmentar algunes debilitats de l'estudi presentat. En primer lloc, per raons alienes a l'autora, el nombre de participants de cada un dels grups estudiats no va poder ser equitatiu, i els grups de 3r d'ESO, tant de nois com de noies, van quedar amb una mostra poc representativa. Potser seria interessant repetir l'estudi amb una mostra d'aquesta edat més representativa. Per altra banda també es van donar alguns resultats pels quals no es va poder trobar explicació, com el fet que per una mateixa habilitat en algun grup la correlació fos positiva i per l'altra negativa. També cal afegir que hi poden haver hagut alguns factors subjectius, com l'esforç personal en la realització de les proves o la sinceritat en contestar el qüestionari, que podrien haver alterat algun resultat.

## CONCLUSIONS

Tot i els punts esmentats, es conclou la recerca responent amb claredat a les hipòtesis plantejades a l'inici: la relació entre R2D:4D i habilitats físiques concretes en nois i noies adolescents és significant en quant a la flexibilitat i la força de braços, però no en les altres habilitats estudiades. En totes les habilitats estudiades existeix molta relació amb la pràctica d'esport, excepte amb la flexibilitat. Partint d'aquí, es podria estudiar la ràtio 2D:4D de gimnastes professionals, així com a partir de quina edat es pot demostrar aquesta correlació, per determinar si pot ser una eina útil per a poder detectar bons esportistes en disciplines que requereixin aquesta habilitat.

## Agraïments

Agraeixo als alumnes de 3r d'ESO i de 1r de batxillerat que van voler participar en aquest estudi, a Fina Soler, directora de l'INS Bosc de la Coma per autoritzar la col·laboració del centre, a Jaume Solano i Joan Descamps, professors d'educació física de l'Ins Bosc de la Coma per facilitar-me dades de les proves Eurofit i pel seu assessorament tècnic, a Pilar Berga, professora de matemàtiques de l'Institut Bosc de la Coma que ha tutoritzat la recerca, a Narcís Fernández i Fuentes i a Joan Ignasi Genescà pel seu assessorament en la recerca i l'escriptura de l'article.

## Bibliografia

[1] Digit ràtio (2D:4D): a biomarker for prenatal sex steroids and adult sex steroids in challenge situations  
John Manning<sup>1\*</sup>, Liam Kilduff<sup>2</sup>, Christian Cook<sup>3</sup>, Blair Crewther<sup>4</sup> and Bernhard Fink<sup>5</sup>  
<sup>1</sup> Department of Psychology, Northumbria University, Newcastle Upon Tyne, UK  
<sup>2</sup> Applied Sports Technology, Exercise and Medicine Research Centre, Swansea University, Swansea, UK  
<sup>3</sup> School of Sport, Health and Exercise Science, Bangor University, Gwynedd, UK  
<sup>4</sup> Hamlyn Centre, Imperial College, London, UK  
<sup>5</sup> Department of Biological Personality Psychology and Assessment, University of Göttingen, Göttingen, Germany

[2] Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*. 1998;13 (11): 3000–3004.

[3] Malas MA, Dogan S, Evcil EH, Desdicioglu K. Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D:4D). *Early Hum Dev*. 2006; 82 (7): 469–475.

Galis F, Ten Broek CM, Van Dongen S, Wijnaendts LC. Sexual Dimorphism in the Prenatal Digit Ratio (2D:4D). *Arch Sex Behav*. 2009;38(1): 57–62. 19. Lutchmaya S, Baron-Cohen

[4] Albores-Gallo, L., Fernández-Guasti, A., Hernández-Guzmán, L., & List-Hilton, C. (2009). Índice digital D2: D4 y desarrollo del lenguaje. *Revista de Neurología*, 48(11), 577-581.

[5] Wilson, Glenn D. Finger-length as an index of assertiveness in women. *Pers indiv Differ*. 1983.4(1):111–112.

[6] Bailey AA, Hurd PL. Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women. *Biol Psychol*. 2005;68(3):215–222

[7] Beech JR, MacKintosh IC. Do differences in sex hormones affect handwriting style?. Evidence from digit ratio and sex role identity as determinants of the sex of handwriting. *Pers indiv Differ*. 2005;39(2): 459–68.

[8] Neave N, Laing S, Fink B, Manning JT. Second to fourth digit ratio, testosterone and perceived male dominance. *Proceedings of the Royal Society B*. 2003; 270 (1529): 2167–2172. +

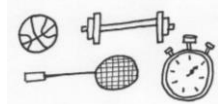
[9] Sluming VA, Manning JT. Second to fourth digit ratio in elite musicians Evidence for musical ability as an honest signal of male fitness. *Evol Hum Behav*. 2000;21(1):1–9.

[10] Austin EJ, Manning JT, McInroy K, Mathews E. A preliminary investigation of the associations between personality, cognitive ability and digit ratio. *Pers indiv Differ*. 2002. 33(7): 1115–1124.  
Honk J, Schutter DJ, Bos PA, Kruijt AW, Lentjes EG, Baron-Cohene S. Testosterone administration impairs cognitive empathy in women depending on second-to-fourth digit ratio. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011;108(8):3448–3452.

[11] Voracek M. Who wants to believe? Associations between digit ratio (2D:4D) and paranormal and superstitious beliefs. *Pers indiv Differ*. 2009;47 (2):105–109.

Brosnan MJ. Digit ratio as an indicator of numeracy relative to literacy in 7-year-old British schoolchildren. *Brit J Clin Psychology*. 2008;99 (Pt 1): 75–85.

[12] McFadden D, Westhafer JG, Pasanen E.G, Carlson C.L, Tucker DM. Physiological evidence of



hypermasculinization in boys with the inattentive subtype of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Clinical Neuroscience Research*. 2005; 5(5–6): 233–245.

Stevenson JC, Everson PM, Williams DC, Hipkind G, Grimes M, Mahoney ER. Attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) symptoms and digit ratios in a college sample. *Am J Hum Biol*. 2007; 19(1):41–50.

Martel MM, Gobrogge KL, Breedlove SM, Nigg JT. Masculinized Finger-Length Ratios of Boys, but Not Girls, Are Associated With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Behavioral Neuroscience*. 2008;122(2):273–281.

[13] Klump KL, Gobrogge KL, Perkins PS, Thorne D, Sisk, CL, Breedlove SM. Preliminary evidence that gonadal hormones organize and activate disordered eating. *Psychol Med*. 2006;36(4):539–546.

[14] Smith AR, Hawkeswood SE, Joiner TE. The measure of a man: Associations between digit ratio and disordered eating in males. *Int J Eat Disord*. 2009;28(1): 191–194.

[15] Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*. 1998;13 (11): 3000–3004.

[16] Manning JT, Bundred PE. The ratio of second to fourth digit length and age at first myocardial infarction in men: a link with testosterone?. *British Journal of Cardiology*. 2001;8(12) 720–723.

[17] Csathó A, Osváth A, Bicsák E, Karádi K, Manning J, Kállai J. Sex role identity related to the ratio of second to fourth digit length in women. *Biol Psychol*. 2003;62(2): 147–156.

Williams TJ, Pepitone ME, Christensen SE. Finger-length ratios and sexual orientation. *Nature*. 2000;404 (6777): 455–456.

[18] Manning JT, Taylor RP. Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans. *Evol Hum Behav*. 2001;22(1): 61–69.

[19] Mauricio Reyes Cortes, Paola Loza Gomez, Raziell Lizarraga caballero, Ruben eduardo torres galicia, yadith nycte-ha ruiz delcampo yshima. asesor: dr. Ricardo gonzalez domínguez instituto vasco de quiroga ciencias biológicas , bioquímica y medicas

[20] Ehsan Eghbali Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. The relationship between digit ratio (2D:4D) and physical fitness in boys 7 to 13 years. *PLoS One*. 2013; 8(4): e59766

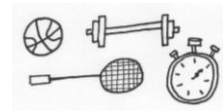
[21] Maarten W. Peeters, Katrijn Van Aken, and Albrecht L. Claessens: The Left Hand Second to Fourth Digit Ratio (2D:4D) Is Not Related to Any Physical Fitness Component in Adolescent Girls. Published online 2013 Apr 2

[22] (1988) Eurofit, handbook for the Eurofit tests of physical fitness. Rome: Edigraf Editoriale Grafica.

[23]

[http://www.dailymotion.com/video/xbbrkf\\_testosterona-y-dedo-anular-i-mannin\\_school](http://www.dailymotion.com/video/xbbrkf_testosterona-y-dedo-anular-i-mannin_school) . Consultada la data 18/7/17

[24] <https://educaciofísicaegara.files.wordpress.com/2011/10/apunts-de-resistència-3r-ESO.pdf> \_ Consultada la data 15/7/17



## ANNEX 5

Material en format digital

[Dades estadístiques](#)

Converses amb [Narcís Fernández](#) i [Xevi Verdaguer](#)