



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

HEZKUNTZA
ETA KIROL
FAKULTATEA
FACULTAD
DE EDUCACIÓN
Y DEPORTE

CEiMD

Actividad Física para la prevención y tratamiento de la Osteoporosis

Erreka Gil

erreka.gil@ehu.eus

movementsciencems.wordpress.com



1. CONCEPTO Y BIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD

2. EPIDEMIOLOGÍA

3. FACTORES DE RIESGO

4. TRATAMIENTO

5. PAPEL DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LA OSTEOPOROSIS

6. INTENSIDAD, SECRECIÓN HORMONAL Y EL HUESO

7. MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LOS IMPACTOS CON ACELERÓMETROS

8. DISEÑO DE UN PROGRAMA DE EF PARA OSTEOPOROSIS

CONCEPTO • BIOLOGÍA

EPIDEMIOLOGÍA

FACTORES DE RIESGO

TRATAMIENTO

ACTIVIDAD FÍSICA

SECRECIÓN HORMONAL

ACELEROMETRÍA

DISEÑO PROGRAMA EF

Biología del Hueso: Un tejido dinámico

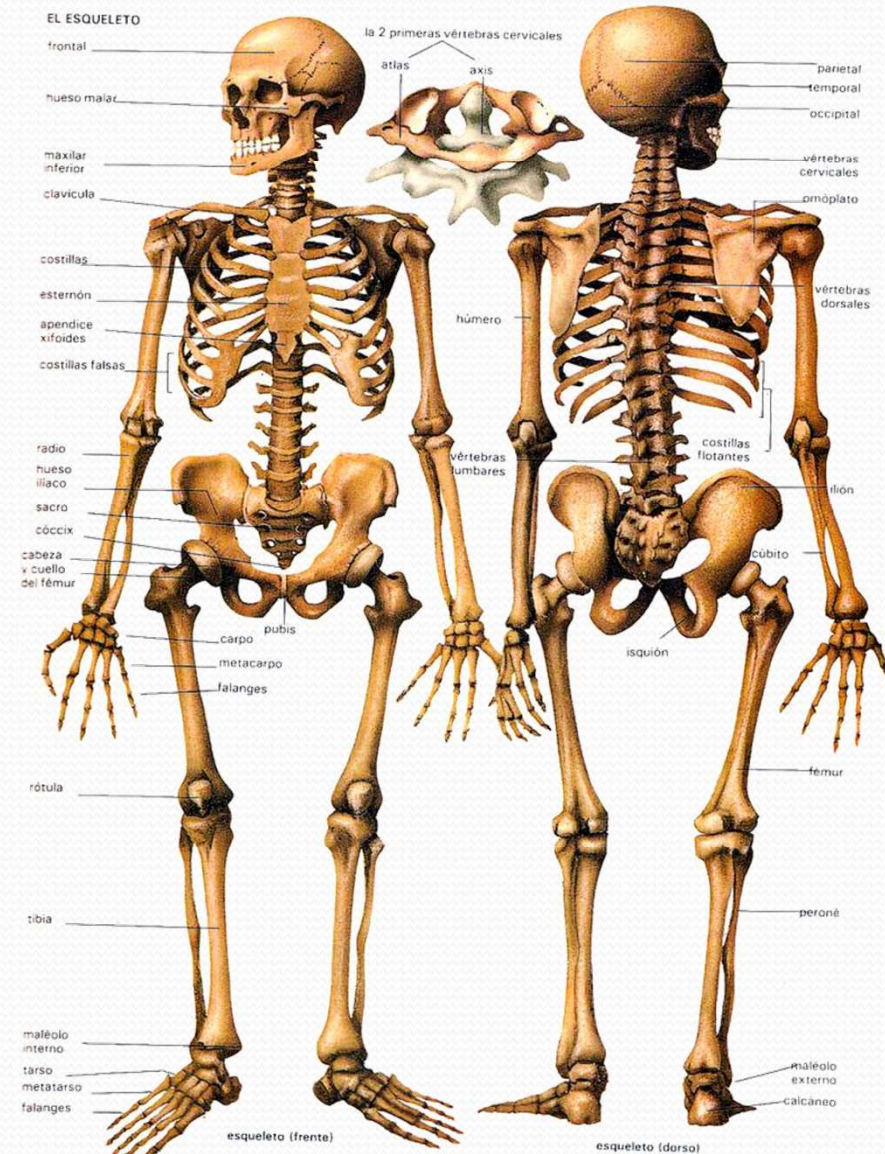
Rigidez

Función:
Soporte y
transmitir
fuerzas sin
romperse

Resistir
deformación

Adaptación

La fuerza del hueso depende de la cantidad de tejido (**BMC**), de su composición material y de la organización geométrica y microarquitectura de este material

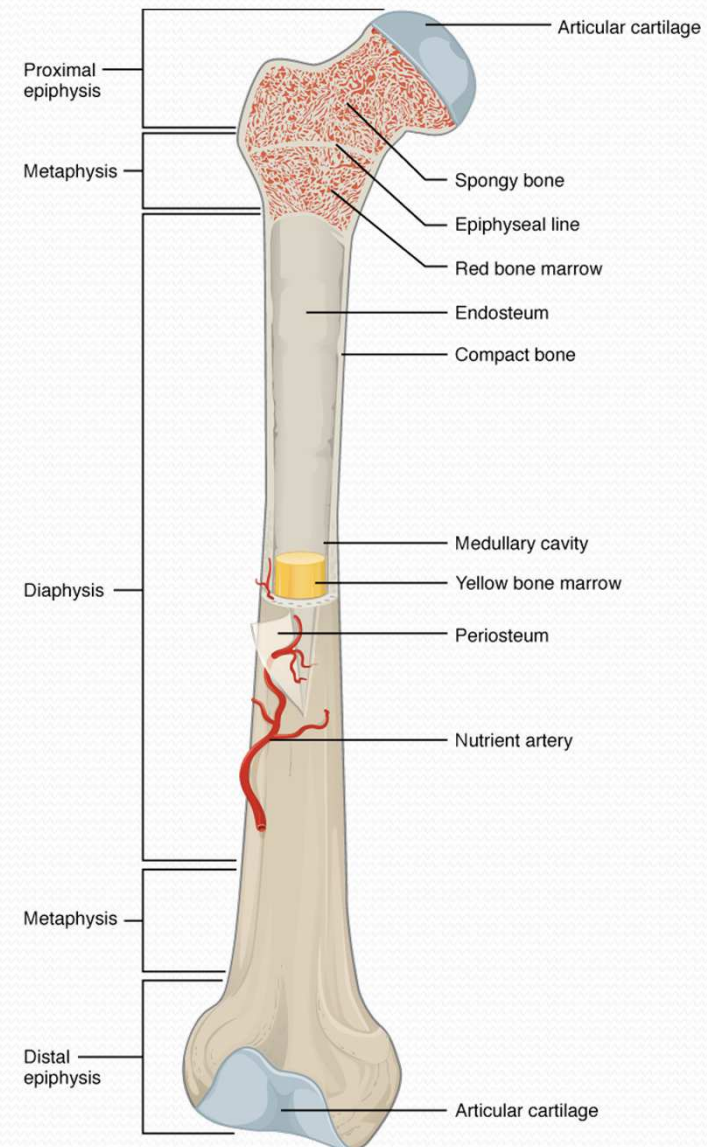


Buckwalter. *JBJS* 1995; 77: 1256-1275

Biología del Hueso: Un tejido dinámico

La resistencia a la tracción del hueso es similar a la del hierro fundido. Sin embargo, es 3 veces más ligero y 10 veces más flexible con la habilidad de adaptación continua a cambios fisiológicos y mecánicos

El hueso cambia constantemente en respuesta a señales hormonales y mecánicas



Buckwalter. *JBJS* 1995; 77: 1256-1275

Estructura del hueso: Hueso cortical y esponjoso

El hueso cortical (compacto) y el esponjoso (trabecular) tienen la misma composición pero difieren en la BMD

La fuerza compresiva del hueso cortical es 10 veces mayor. Forma el 80% del esqueleto maduro y rodea la médula y el hueso trabecular

Las vértebras, huesos pélvicos y las **metáfisis** de los huesos largos contienen la mayor parte del *hueso trabecular*, protegido por una fina capa de hueso cortical. La **diáfisis** de los huesos largos está formada por *hueso cortical*



FIG. 1

Longitudinal section of a human phalanx, showing the central marrow space and the distribution of cortical and cancellous bone in a typical tubular (long) bone. The metaphyses contain most of the cancellous bone. The cortical bone decreases in thickness from the mid-part of the diaphysis to the metaphyses, where the plates of cancellous bone are arranged to support the subchondral bone. Large long bones, such as the femur, tibia, and humerus, have the same structural pattern. (Reprinted, with permission, from: Buckwalter, J. A., and Cooper, R. R.: Bone structure and function. In Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, Vol. 36, p. 29, Park Ridge, Illinois, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1987.)

Buckwalter. *JBJS* 1995; 77: 1256-1275

Estructura del hueso

En los huesos largos el hueso cortical de la diáfisis proporciona la máxima **resistencia a la torsión y a doblarse**

En la metáfisis y diáfisis la fina masa cortical subcondral junto al hueso trabecular y el cartílago permiten una mayor **deformación y absorben los impactos**

La estructura ósea cambia en respuesta de las cargas aplicadas, inmovilización, influencias hormonales etc. (El hueso trabecular tiene mayor actividad metabólica)



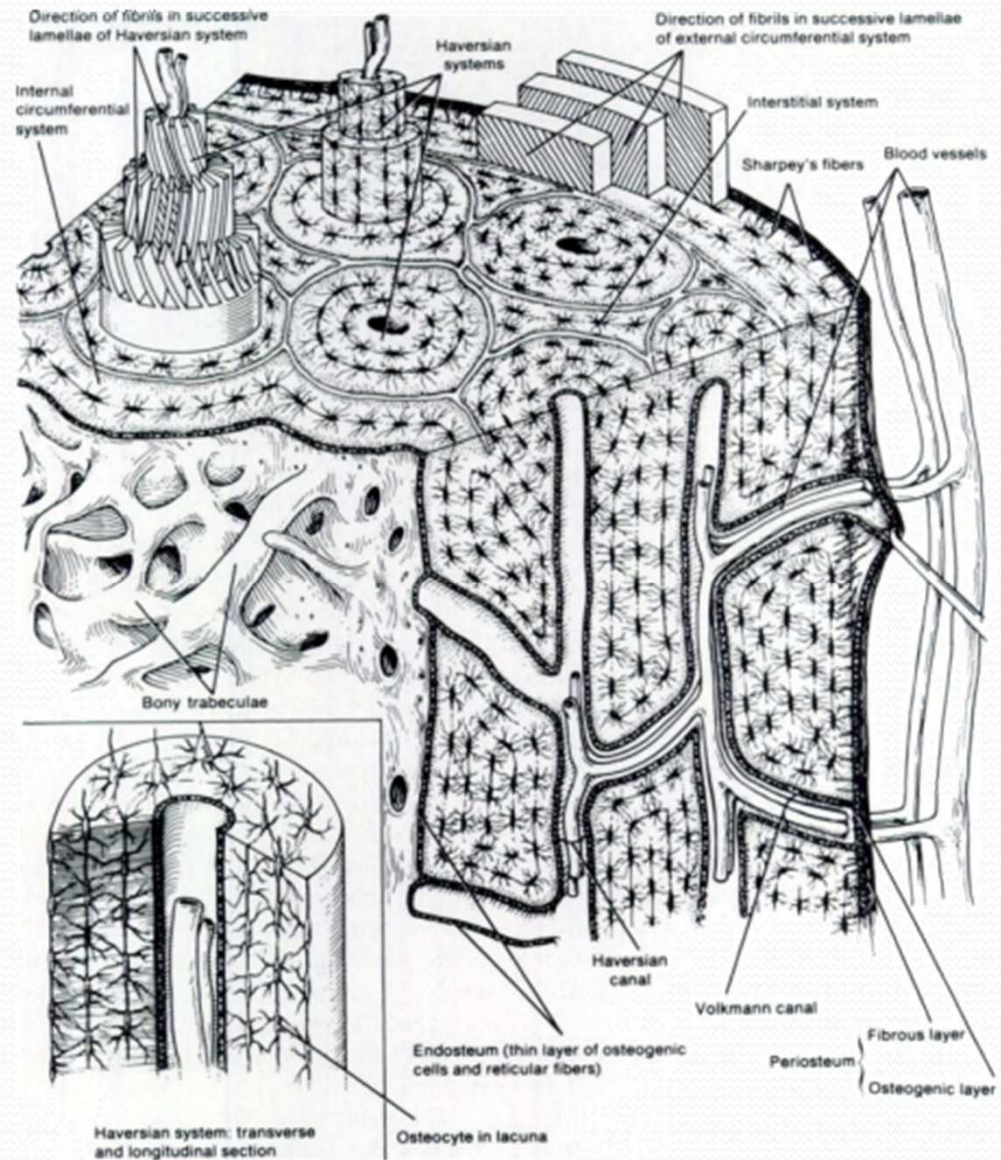
Estructura del hueso

Componentes orgánicos (35%) e inorgánicos (65%) y agua en un elaborado sistema de canales con complejos procesos celulares que impregnan la matriz ósea

Las propiedades mecánicas del hueso están determinadas por las características de la matriz de colágeno y por el grado de mineralización ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6$)

Elasticidad:
Fibras de
Colágeno
80% de
proteína ósea

Mineralización:
Calcio,
Magnesio,
flúor, O_2 e
Hidrógeno



Buckwalter. *JBJS* 1995; 77: 1256-1275

Modelación y remodelación

Las células del tejido óseo se forman por los HSC y MSC y son:

- a) Osteocitos, alojados en las osteonas
- b) Osteoblastos encargados de su formación
- c) Osteoclastos que lo reabsorben y lo eliminan
- d) Bone-lining cells: estimulan la actividad de los osteoclastos

Los osteocitos estabilizan el mineral óseo, detectan las microfracturas, responden a la cantidad y distribución de las deformaciones del tejido óseo y están implicados en la regulación de la cantidad de mineral y en la arquitectura ósea.

Los osteoblastos y osteoclastos construyen según las necesidades, hueso cortical y esponjoso (modelación)

Osteoblastos
Síntesis y
secreción de
matriz
orgánico

Osteoclastos
Reabsorción
ósea
acidificando
el espacio
óseo

Mineralización: Aumento de la rigidez ósea

Remodelación:
reabsorción del
hueso por los
osteoclastos y
relleno de la
cavidad por los
osteoblastos (3-4
meses)

Una persona
adulta reemplaza
entre el 10-30% de
su tejido óseo cada
año

En la remodelación
ósea, influyen la
magnitud de la fuerza
aplicada sobre el hueso,
la frecuencia en la que se
aplican dichas fuerzas y
la **dirección** que siguen

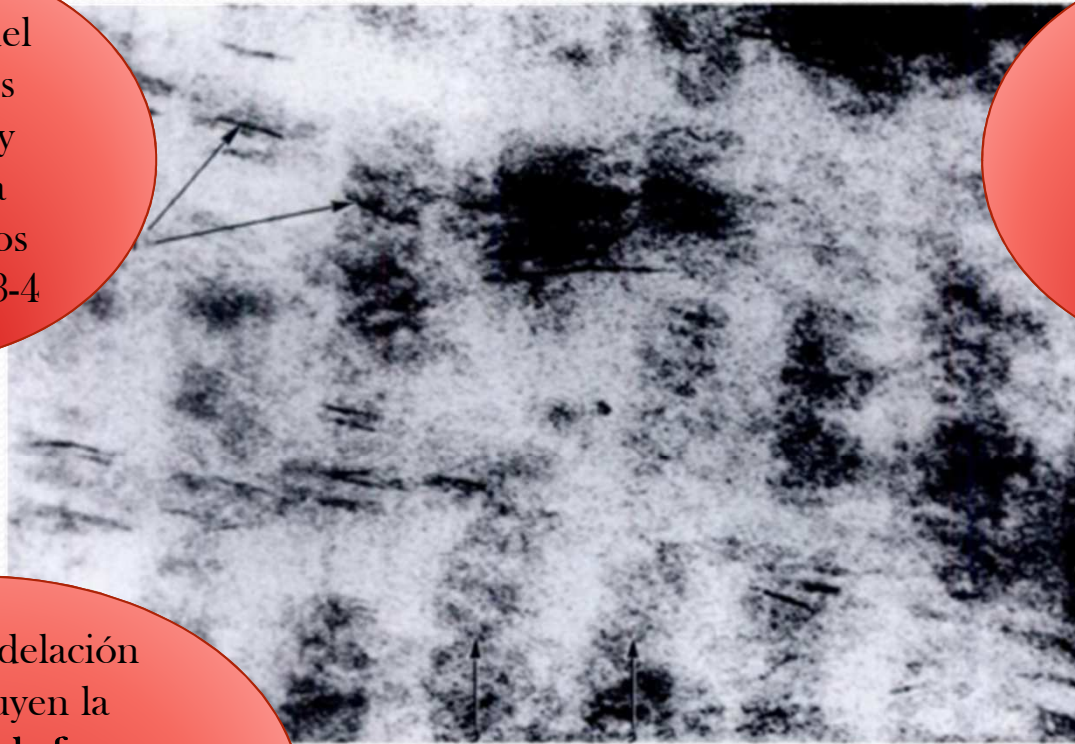


FIG. 13

age of mineralization. The deposition of mineral occurs in a highly ordered fashion with an axial
oms. Individual, plate-like crystals appear as dense lines when viewed on edge (1). Because the
they appear as less dense outlines (2). (Reprinted, with permission, from: Glimcher, M. J., and
of bone, and the mechanism of calcification. In Treatise on Collagen, edited by B. S. Gould. Vol. 2.

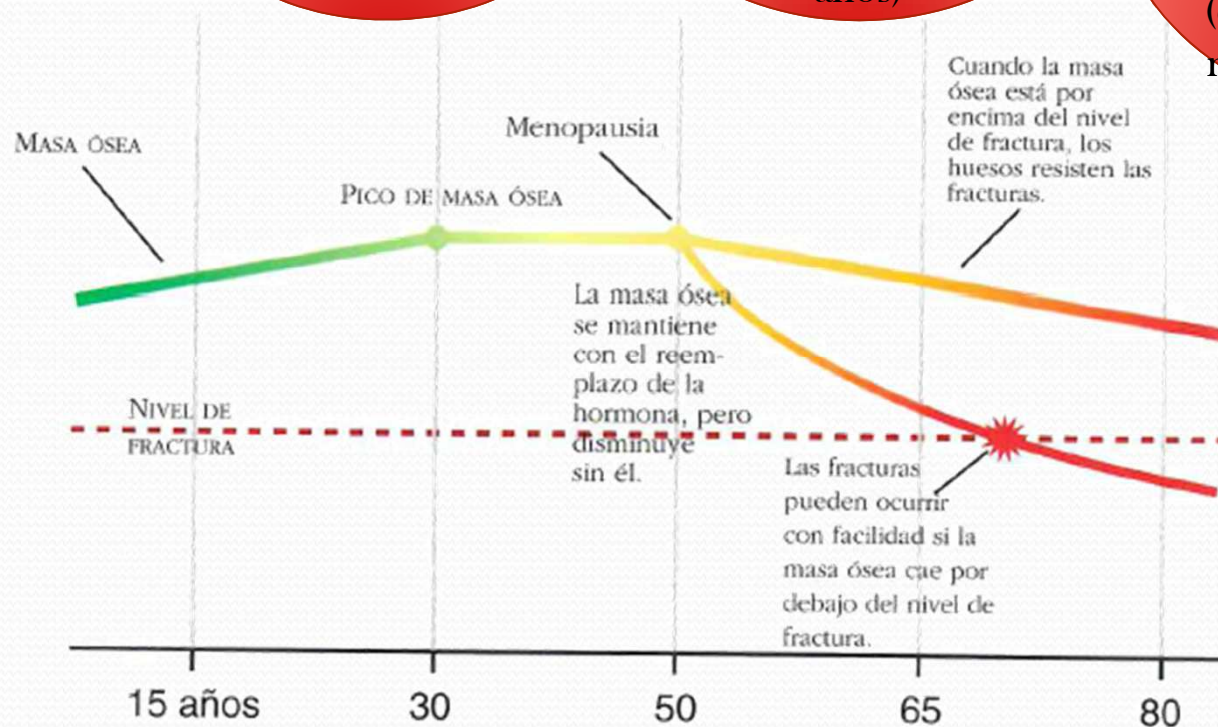
Ciclo de masa ósea durante la vida

Niñez y adolescencia:
Ventana terapéutica

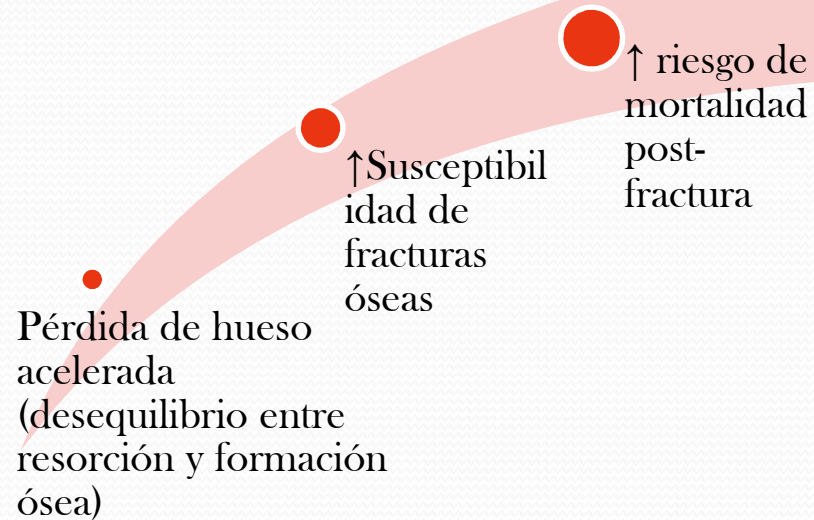
A partir de los 35 años comienza la pérdida de hueso cortical 0.3-0,5%/año

Menopausia:
Pérdida de hueso acelerada (~3% durante una media de 10 años)

A partir de los 40-50 años
↑reabsorción ósea.
La mujer pierde ~35% del hueso cortical y ~60% del hueso trabecular (en el hombre 30% menor de pérdida)



Osteoporosis



La osteoporosis es un desorden esquelético generalizado que se caracteriza por una disminución de la masa ósea y deterioración de la arquitectura del hueso

Osteoporosis

Definiciones de la OMS basadas en los niveles de densidad mineral ósea*

Normal

La DMO es +1 ó -1 DE de la media de los adultos jóvenes

Osteopenia (masa ósea baja)

DMO entre -1 y -2,5 DE por debajo de la media de adultos jóvenes

Osteoporosis

DMO es - 2,5 DE o más de la media de adultos jóvenes

Osteoporosis severa (establecida)

DMO mayor de - 2,5 DE y una o más fracturas por osteoporosis

*basado en la medición por DXA de cadera, columna o antebrazo

Nota Por cada desvío estándar (DE) inferior a la densidad mineral ósea máxima, el riesgo de fractura aumenta entre el 50 y el 100%. Los mismos valores de DMO se usan provisoriamente para los hombres, ya que en la actualidad hay pocos datos sobre DMO y fracturas en los hombres.

Osteoporosis
Secundaria

Osteoporosis
Primaria

Involutiva
(>50 años)

Ideopática
(<50 años)

Tipo I postmenop.
(Hipogonadismo)

Tipo II
Senil (Hormona
paratiroidea y Vit
D)

Defecto growth
factors

CONCEPTO • BIOLOGÍA

EPIDEMIOLOGÍA

FACTORES DE RIESGO

TRATAMIENTO

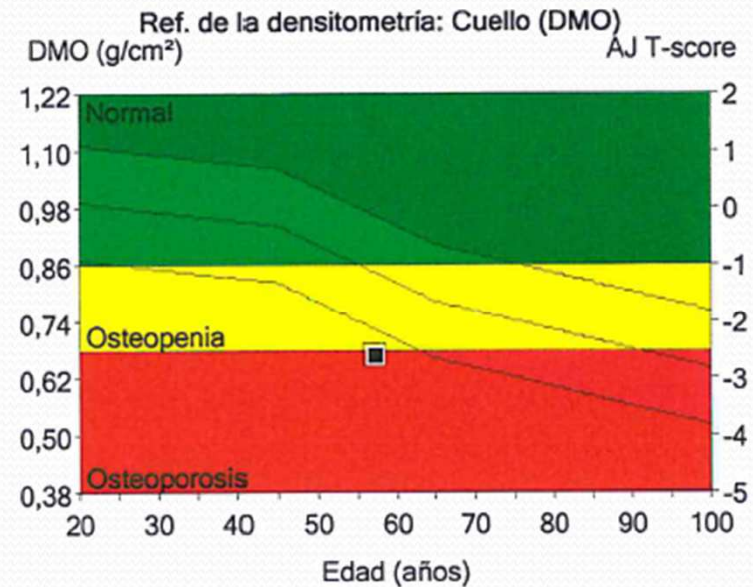
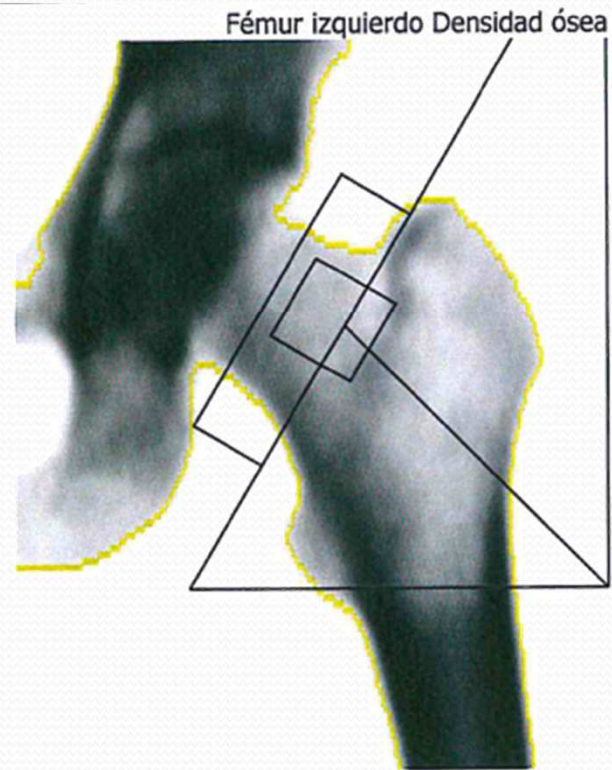
ACTIVIDAD FÍSICA

SECRECIÓN HORMONAL

ACELEROMETRÍA

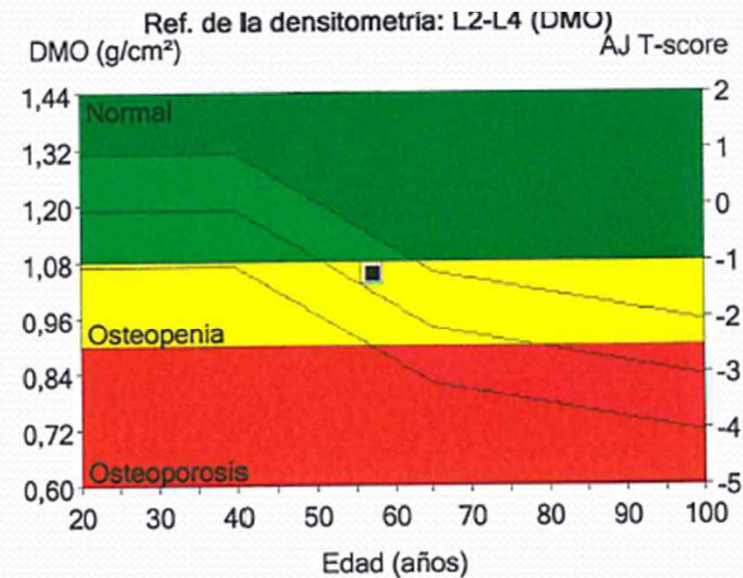
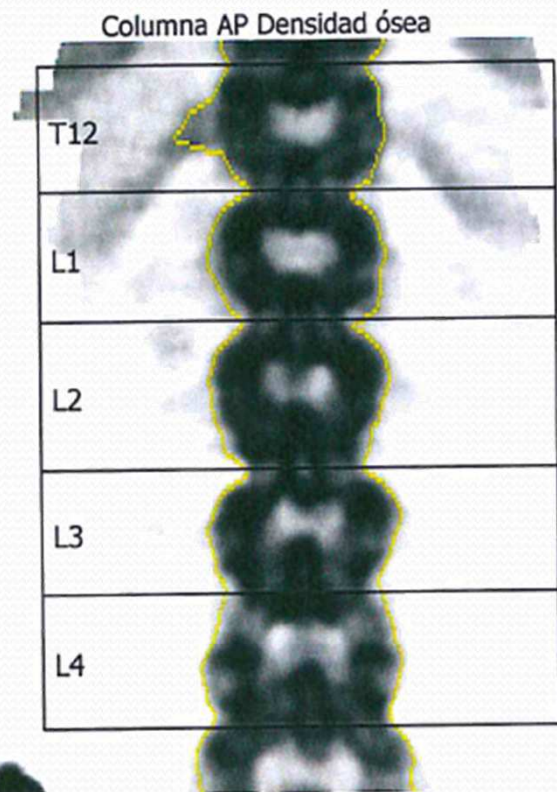
DISEÑO PROGRAMA EF

Medición de la osteoporosis: DXA



Región	¹	²		³	
	DMO (g/cm ²)	Adulto-Joven (%)	Puntuación	Ajust. a edad (%)	Puntuación
Cuello	0,666	68	-2,6	79	-1,5
Wards	0,560	61	-2,7	83	-0,9
Troc.	0,553	70	-2,2	78	-1,4
Diáfisis	0,850	-	-	-	-
Total	0,714	71	-2,4	80	-1,5

Medición de la osteoporosis: DXA



Región	¹	²		³	
	DMO (g/cm ²)	Adulto-Joven (%)	Puntuación	Ajust. a edad (%)	Puntuación
L1	1,025	91	-0,9	108	0,7
L2	1,124	94	-0,6	111	0,9
L3	1,061	88	-1,2	104	0,4
L4	0,981	82	-1,8	97	-0,3
L1-L4	1,047	89	-1,1	105	0,4
L2-L4	1,053	88	-1,2	104	0,3

¿Por qué tantas diferencias entre países?

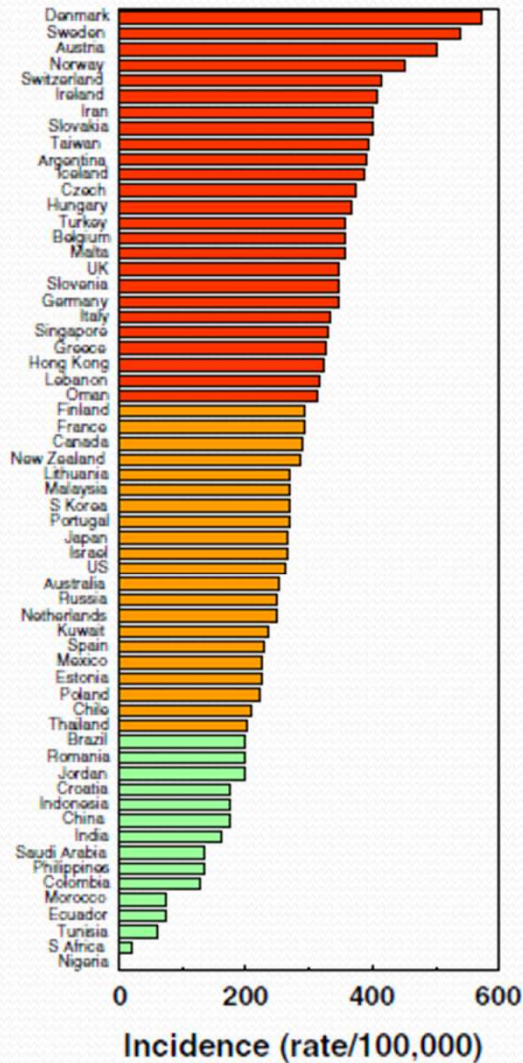


Fig. 1 Age-standardised annual incidence of hip fractures in women (/100,000) according to country together with the colour codes

Se prevé que un **6.7%** de las personas mayores (>65 años) sufran una fractura osteoporótica a lo largo de su vida

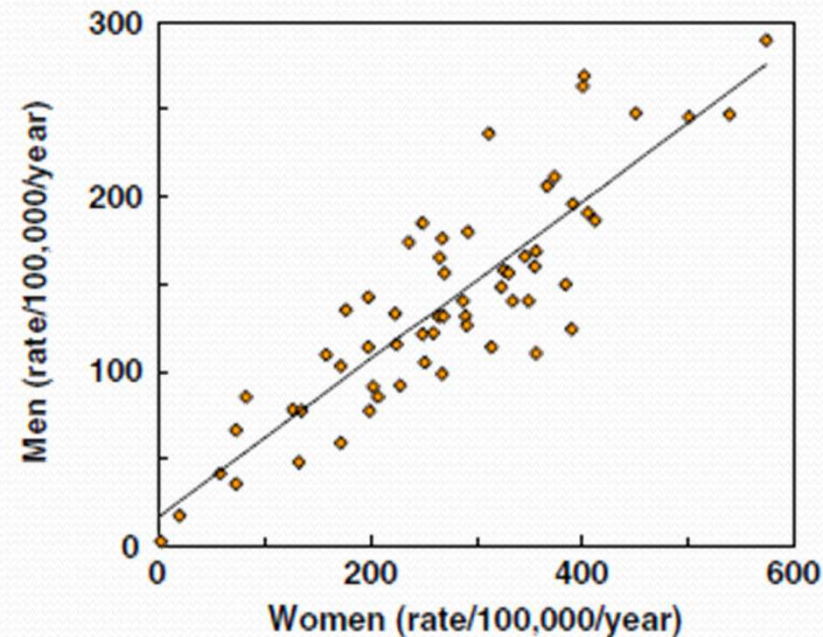
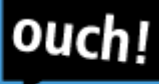


Fig. 2 World standardised hip fracture rates (/100,000/year) in men and women


WOMEN OVER 50 WILL EXPERIENCE


OSTEOPOROTIC FRACTURES. AS WILL

MEN

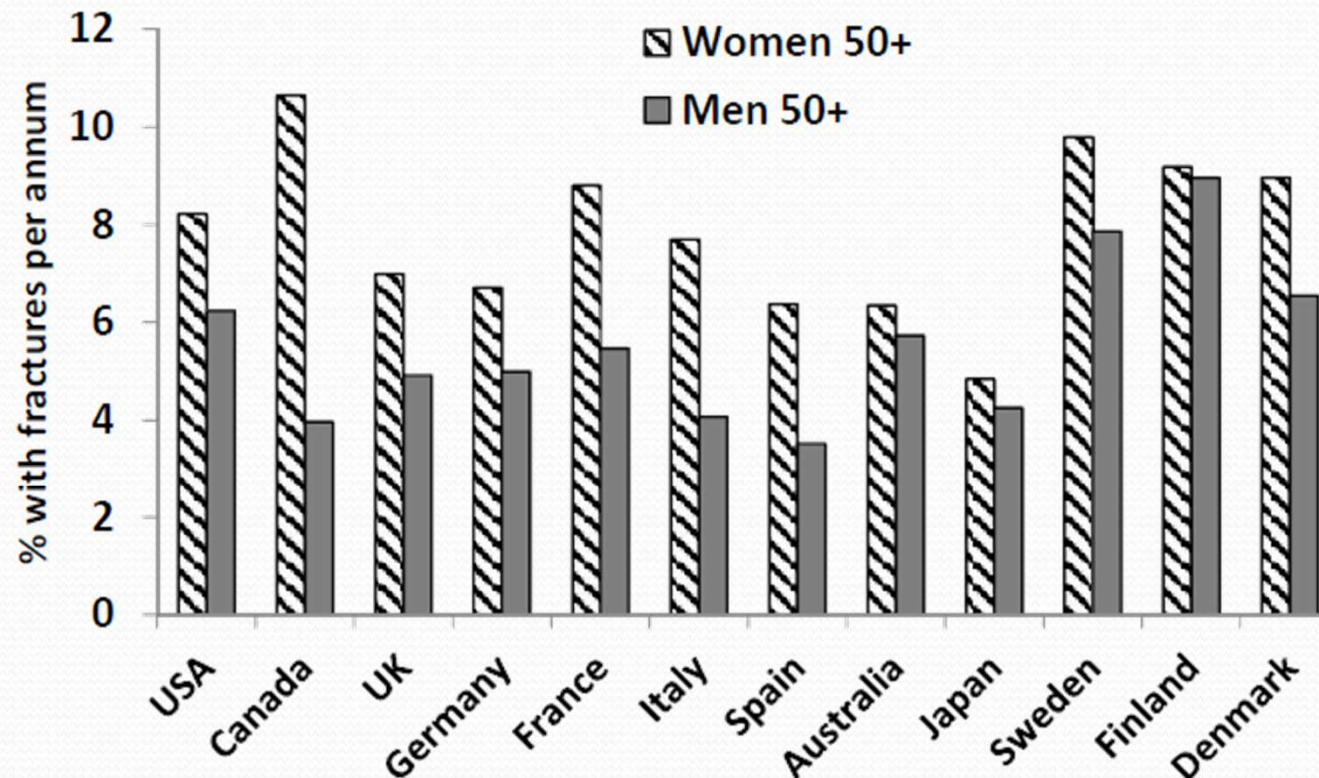


Figure 3. Non-traumatic fracture incidence (per 100 people) of hip, vertebral, and other bones for women versus men aged 50+ in select countries in 2010. Graph compiled from data published in Wade *et al.* [6].

¿Por qué tantas diferencias entre países?

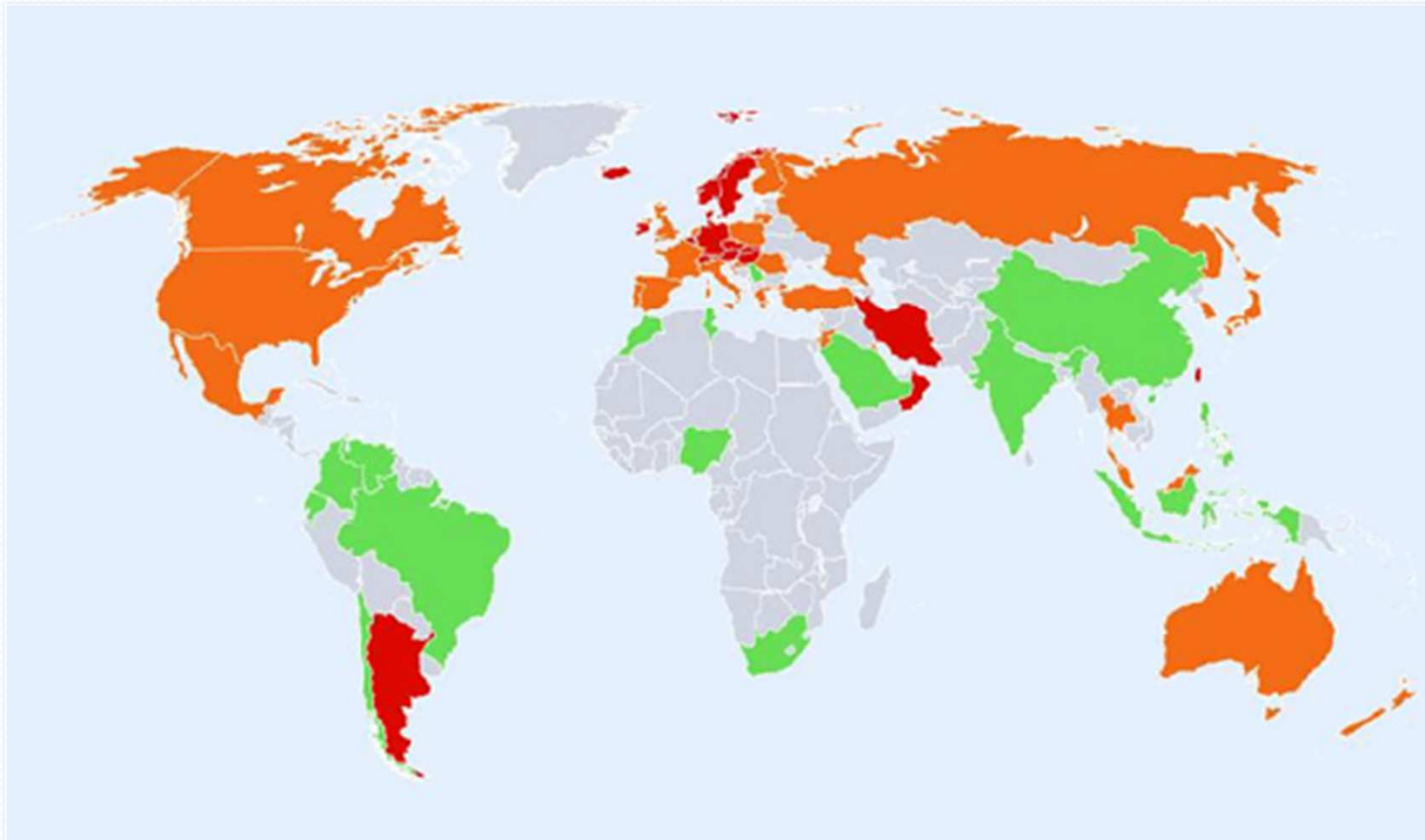
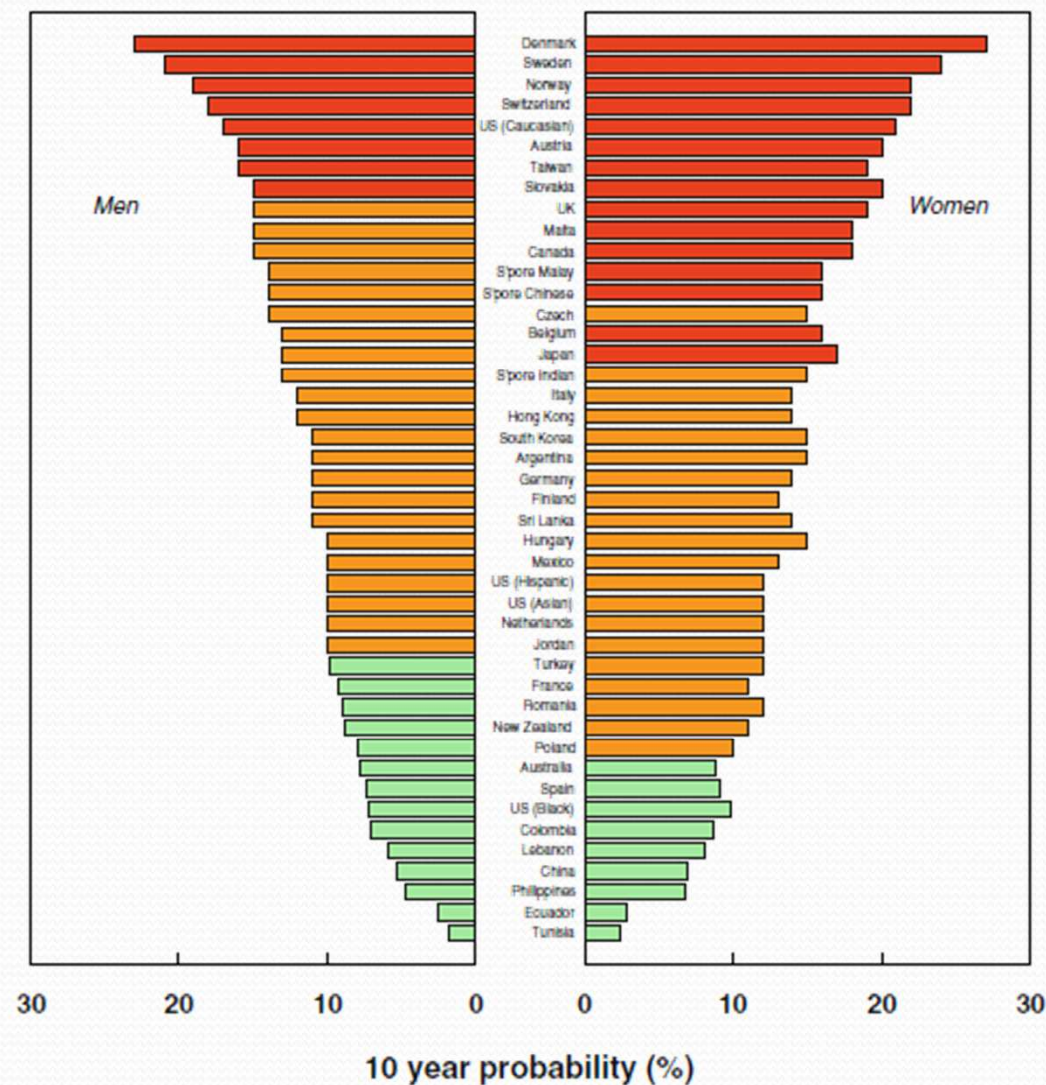


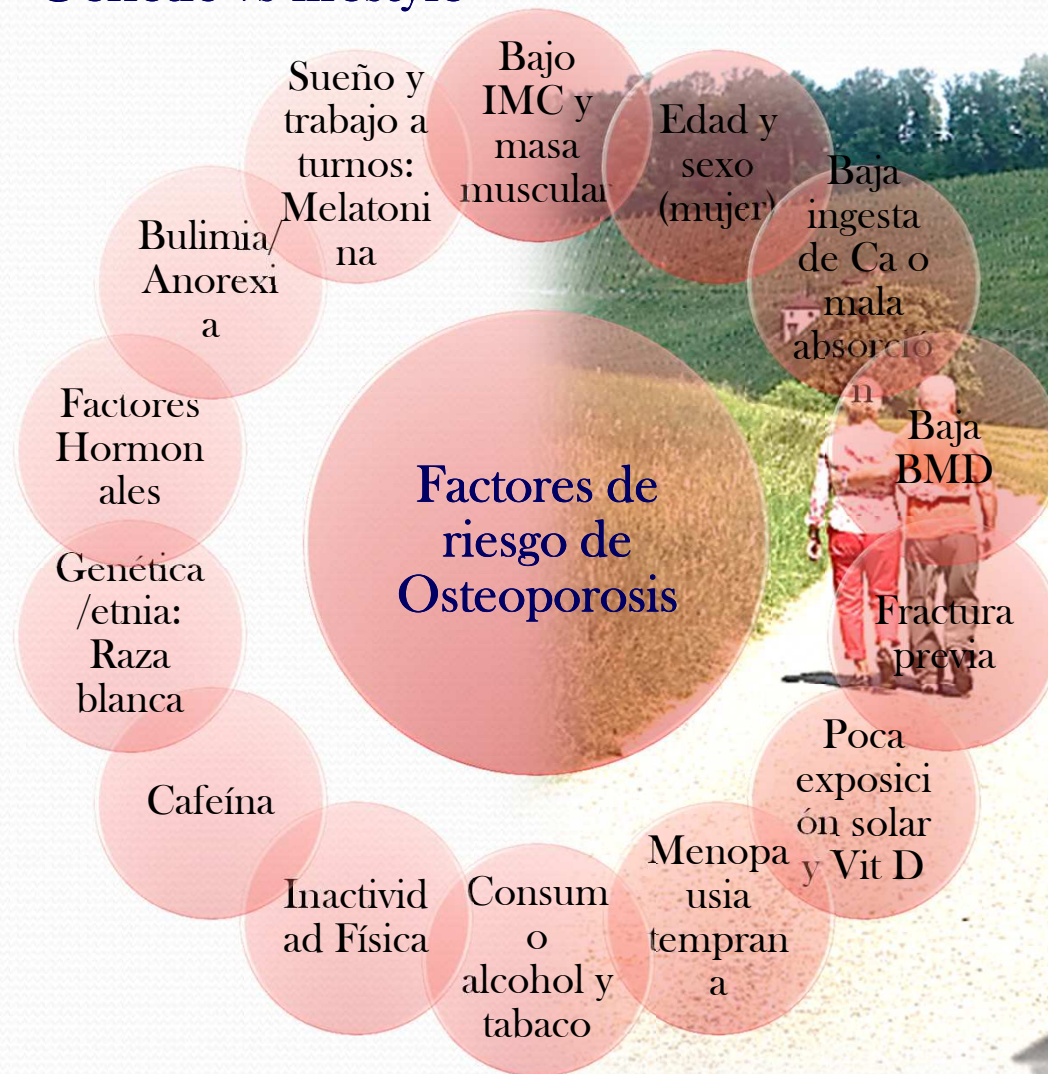
Fig. 5 Hip fracture rates for men and women combined in different countries of the world categorised by risk. Where estimates are available, countries are colour coded *red* (annual incidence $>250/100,000$), *orange* ($150-250/100,000$) or *green* ($<150/100,000$)

Fig. 6 Ten-year probability of a major fracture (in percent) in men and women aged 65 years with a prior fragility fracture (and no other clinical risk factors) at the threshold of osteoporosis as judged by BMD at the femoral neck (i.e. a T-score of -2.5 SD). The body mass index was set at 24 kg/m^2



CONCEPTO • BIOLOGÍA	EPIDEMIOLOGÍA	FACTORES DE RIESGO	TRATAMIENTO
ACTIVIDAD FÍSICA	SECRECIÓN HORMONAL	ACELEROMETRÍA	DISEÑO PROGRAMA EF

Genetic vs lifestyle



**MÁS ADELANTE,
RIESGO DE
FRACTURA**

Kruger & Wolber. *Nutrients* 2016; 8: 376-388

Table 1 Clinical risk factors used for opportunistic case finding [1]^a

Age
Sex
Low body mass index
Previous fragility fracture, particularly of the hip, wrist and spine including morphometric vertebral fracture
Parental history of hip fracture
Glucocorticoid treatment (>5 mg prednisolone daily for 3 months or more)
Current smoking
Alcohol intake, three or more units daily
Rheumatoid arthritis
Other secondary causes of osteoporosis
• Untreated hypogonadism in men and women, e.g., premature menopause, bilateral oophorectomy or orchidectomy, anorexia nervosa, chemotherapy for breast cancer, hypopituitarism
• Inflammatory bowel disease, e.g. Crohn's disease and ulcerative colitis. It should be noted that the risk is in part dependent on the use of glucocorticoids, but an independent risk remains after adjustment for glucocorticoid exposure.
• Prolonged immobility, e.g., spinal cord injury, Parkinson's disease, stroke, muscular dystrophy, ankylosing spondylitis
• Organ transplantation
• Type I diabetes
• Thyroid disorders, e.g., untreated hyperthyroidism, over-treated hypothyroidism
• Chronic obstructive pulmonary disease

^a With permission of the World Health Organization Collaborating Centre for Metabolic Bone Diseases, University of Sheffield Medical School, UK

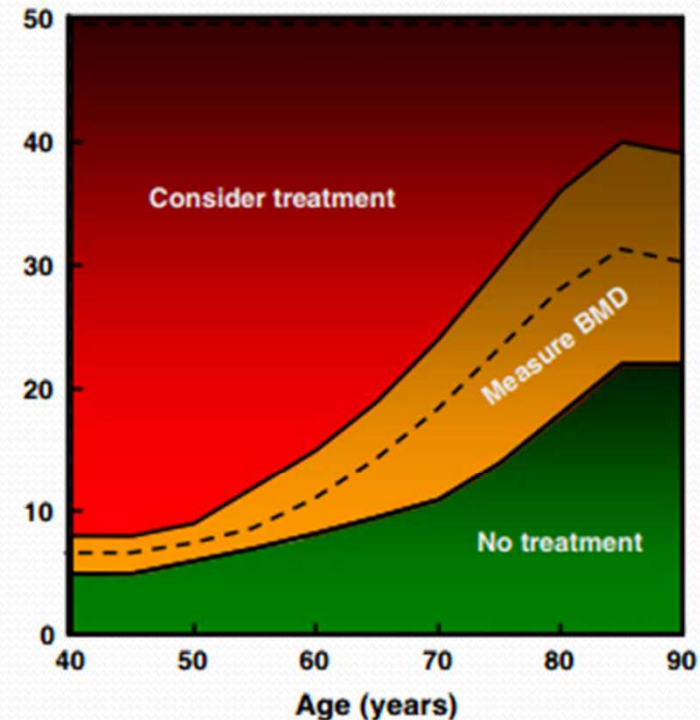
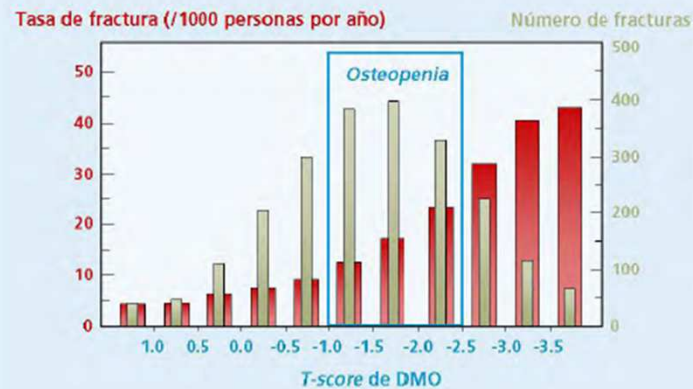
Ten year probability of a major osteoporotic fracture (%)

Fig. 3 Management chart for osteoporosis. The *dotted line* shows the intervention threshold, i.e., the probability at which intervention is recommended. The *orange shaded area* shows the limits of fracture probabilities for the assessment of BMD (BMD assessment thresholds). Reproduced with permission of the World Health Organization Collaborating Centre for Metabolic Bone Diseases, University of Sheffield Medical School, UK [09ca135]

Cuestionario FRAX • <https://www.shef.ac.uk/FRAX/tool.jsp?lang=sp>

Figura 1

Fracturas por osteoporosis y Densidad Mineral Ósea (DMO)



La DMO es un fuerte predictor de riesgo de fractura. Sin embargo, la mayoría de las fracturas se producen en mujeres con DMO por encima del umbral de osteoporosis, generalmente, en el rango de la osteopenia (Siris et al, 2001).

país: Reino Unido

Nombre/ID: [Sobre los Factores de riesgo](#)

Cuestionario:

1. Edad (entre 40-90 años) o fecha de nacimiento

Edad:

Fecha de Nacimiento:

A: M: D:

2. Sexo

☐

Hombre

☒

Mujer

3. Peso (kg)

4. Estatura (cm)

5. Fractura previa

☒

No

☐

Sí

6. Padres con Fractura de Cadera

☒

No

☐

Sí

7. Fumador Activo

☐

No

☒

Sí

8. Glucocorticoides

☐

No

☒

Sí

9. Artritis Reumatoide

☐

No

☒

Sí

10. Osteoporosis secundaria

☐

No

☒

Sí

11. Alcohol, 3 o más dosis por día

☒

No

☐

Sí

12. DMO de Cuello Femoral

T-Score **IMC: 15.2**

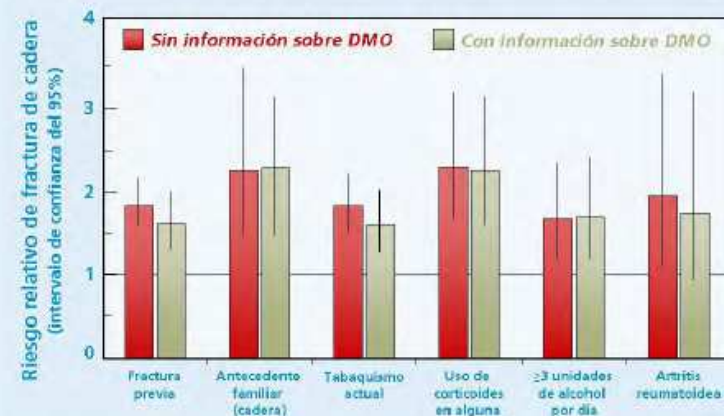
La probabilidad de diez años de fractura (%) con DMO

Mayor osteoporótica La fractura de cadera

Si usted tiene un valor TBS, haga clic aquí:

Figura 2

FRAX® utiliza factores de riesgo independientes

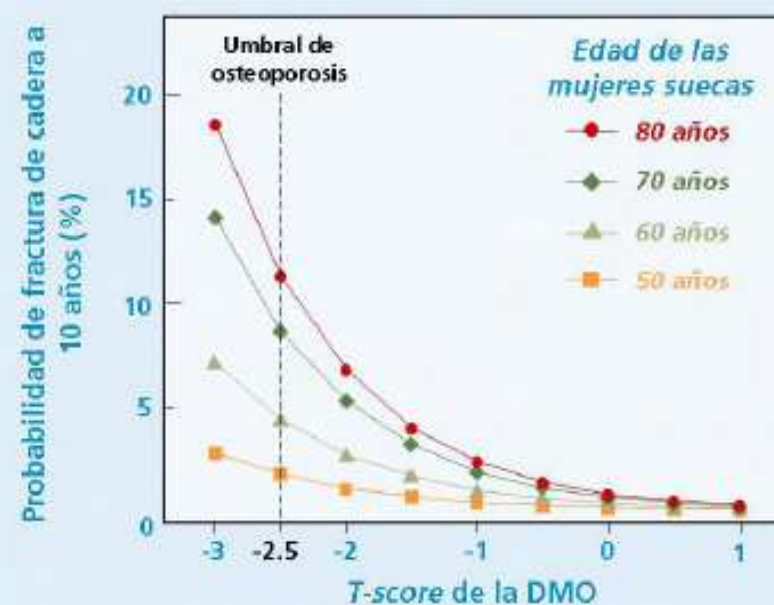
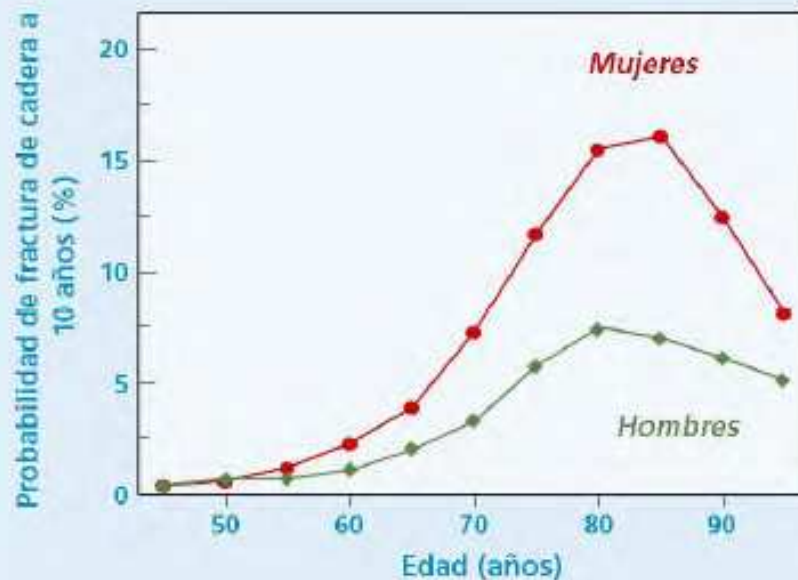


Cuestionario FRAX • <https://www.shef.ac.uk/FRAX/tool.jsp>

Figura 4

La probabilidad de fractura está relacionada con la edad, la DMO y el género

En lugar de aplicar el mismo riesgo relativo para disminución de la DMO a todas las edades, FRAX® permite hacer un cálculo más individualizado que considera la DMO y su interacción con la edad.



Nutrición y osteoporosis • <https://www.iofbonehealth.org/calcium-calculator>

Ingesta de calcio

legumbres/verduras/lácteos/frutos
secos/cereales (800-1000mg/d)
+ Vit D (mejora absorción Ca)
($>50\text{nmol/L}$ en sangre)

La suplementación con Ca $\uparrow$ riesgo de
piedras en el riñón y enfermedades CdV

Soja y productos derivados
(tofu): Fitoestrógenos. Menor
incidencia de osteoporosis con
su consumo en mujeres PM
Chinas y Japonesas (No en
Australianas)

Dieta alcalina rica en Potasio
La ingesta de frutas (kiwi) y
vegetales verdes reduce la
resorción ósea (CTx-1)

Homeostasis

El déficit de Ca es
contrareestado por una
mayor absorción de
Ca en el intestino y
riñones, y extracción
de los huesos

Variación en la capacidad de absorción

El 50% de Asiáticos y
75% no-Asiáticos no
absorben y
metabolizan las
isoflavonas de la soja



Kruger & Wolber. *Nutrients* 2016; 8: 376-388

Nutrición y osteoporosis

Dietary Reference Intakes: Macronutrients

Nutrient	Function	Life Stage Group	RDA/AI ^a g/d ^a	AMDR ^b	Selected Food Sources	Adverse effects of excessive consumption
Protein and amino acids	Serves as the major structural component of all cells in the body, and functions as enzymes, in membranes, as transport carriers, and as some hormones. During digestion and absorption dietary proteins are broken down to amino acids, which become the building blocks of these structural and functional compounds. Nine of the amino acids must be provided in the diet; these are termed indispensable amino acids. The body can make the other amino acids needed to synthesize specific structures from other amino acids.	Infants				While no defined intake level at which potential adverse effects of protein was identified, the upper end of AMDR based on complementing the AMDR for carbohydrate and fat for the various age groups. The lower end of the AMDR is set at approximately the RDA..
		0-6 mo	9.1*	ND ^c	Proteins from animal sources, such as meat, poultry, fish, eggs, milk, cheese, and yogurt, provide all nine	
		7-12 mo	11.0	ND	indispensable amino acids in adequate amounts, and for this reason are considered	
		Children			"complete proteins". Proteins from plants, legumes, grains, nuts, seeds, and vegetables tend to be deficient in one or more of the indispensable amino acids and are called	
		1-3 y	13	5-20	'incomplete proteins'. Vegan diets adequate in total protein content can be "complete" by combining sources of incomplete proteins which lack different	
		4-8 y	19	10-30	indispensable amino acids.	
		Males				
		9-13 y	34	10-30		
		14-18 y	52	10-30		
		19-30 y	56	10-35		
		31-50 y	56	10-35		
		50-70 y	56	10-35		
		> 70 y	56	10-35		
		Females				
		9-13 y	34	10-30		
		14-18 y	46	10-30		
		19-30 y	46	10-35		
		31-50 y	46	10-35		
		50-70 y	46	10-35		
		> 70 y	46	10-35		
		Pregnancy				
		≤ 18 y	71	10-35		
		19-30y	71	10-35		
		31-50 y	71	10-35		
		Lactation				
		≤ 18 y	71	10-35		
		19-30y	71	10-35		
		31-50 y	71	10-35		

~1g/kg
PRO
osteop
orosis



CONCEPTO • BIOLOGÍA

EPIDEMIOLOGÍA

FACTORES DE RIESGO

TRATAMIENTO

ACTIVIDAD FÍSICA

SECRECIÓN HORMONAL

ACELEROMETRÍA

DISEÑO PROGRAMA EF

Nutrición y osteoporosis

Tabla 1: PROPUESTA DE INGESTAS DIETÉTICAS DE REFERENCIA (IDR) PARA POBLACIÓN ESPAÑOLA.
FESNAD – 2010

Edad	Tiamin a mg	Ribofla vina mg	Niacin a mg	Ac. panotot nico µg ^a	Vit B ₆ mg	Biotina µg ^a	Ac. folico µg	Vit B ₁₂ µg	Vit C mg	Vit A µg	Vit D µg	Vit E mg ^a	Vit K µg ^a	Ca mg	P mg	K mg ^a	Mg mg ^a	Fe mg	Zn mg ^a	I µg	Se µg ⁽¹⁾	Cu mg ^a	Cr µg ^a	Na mg ^a	Cl mg ^a	F mg ^a	Mn mg ^a	Mo µg ^a
0-6 meses	0,2	0,4	3	1,7	0,2	5	60	0,4	35	400	8,5	4,0	2,0	400 ⁽¹⁾	300	650	40 ⁽¹⁾	4,3	3,0	60	10	0,3	0,2	120	180	0,01	0,003	2,0
7-12 meses	0,3	0,4	5	1,8	0,4	6	50	0,5	35	350	10	5,0	2,5	525	400	700	75	8,0 ⁽¹⁾	4,0	80	15	0,3	5,5	370	570	0,5	0,6	3,0
1-3 años	0,5	0,8	8	2,0	0,6	8	100	0,7	40	400	7,5	6,0	30	600	460	800	85	8,0 ⁽¹⁾	4,0	80	20	0,4	11	1.000	1.500	0,7	1,2	17
4-5 años	0,7	0,9	11	3,0	0,9	12	150	1,1	45	400	5,0	7,0	55	700	500	1.100	120	8,0 ⁽¹⁾	6,0	90	20	0,6	15	1.200	1.900	1,0	1,5	22
6-9 años	0,8	1,1	12	3,0 ⁽¹⁾	1,0	12 ⁽¹⁾	200	1,2	45	450	5,0	7,0 ⁽¹⁾	55 ⁽¹⁾	800	600	2.000	170	9,0 ⁽¹⁾	6,5	120	25	0,7	15 ⁽¹⁾	1.200 ⁽¹⁾	1.900 ⁽¹⁾	1,0 ⁽¹⁾	1,5 ⁽¹⁾	22 ⁽¹⁾
Varones																												
10-13 años	1,0	1,3	15	4,0	1,2	20	250	1,8	50	600	5,0	11	60	1.100	900	3.100	280	12 ⁽¹⁾ , 20 ⁽¹⁾	8,0	135 ⁽¹⁾	35	1,0	25	1.500	2.300	2,0	1,9	34
14-19 años	1,2	1,5	15	5,0	1,4	25 ⁽¹⁾	300	2,0	60 ⁽¹⁾	800	5,0	15	75 ⁽¹⁾	1.000	800	3.100	350	11 ⁽¹⁾ , 20 ⁽¹⁾	11	150 ⁽¹⁾	50	1,0	35	1.500	2.300	3,0 ⁽¹⁾	2,2 ⁽¹⁾	43 ⁽¹⁾
20-29 años	1,2	1,6	18	5,0	1,5	30	300	2,0	60 ⁽¹⁾	700	5,0	15	120	900	700	3.100	350	9,0 ⁽¹⁾	9,5	150	55	1,1	35	1.500	2.300	4,0	2,3	45
30-39 años	1,2	1,6	18	5,0	1,5	30	300	2,0	60 ⁽¹⁾	700	5,0	15	120	900	700	3.100	350	9,0 ⁽¹⁾	9,5	150	55	1,1	35	1.500	2.300	4,0	2,3	45
40-49 años	1,2	1,6	18	5,0	1,5	30	300	2,0	60 ⁽¹⁾	700	5,0	15	120	900	700	3.100	350	9,0 ⁽¹⁾	9,5	150	55	1,1	35	1.500	2.300	4,0	2,3	45
50-59 años	1,2	1,6	17	5,0	1,5	30	300	2,0	60 ⁽¹⁾	700	5,0	15	120	900	700	3.100	350	9,0 ⁽¹⁾	9,5	150	55	1,1	30 ⁽¹⁾	1.300 ⁽¹⁾	2.000 ⁽¹⁾	4,0	2,3	45
60-69 años	1,1	1,6	17	5,0	1,6	30	300	2,0	70 ⁽¹⁾	700	7,5	15	120	1.000	700	3.100	350	10 ⁽¹⁾	10	150	55	1,1	30	1.300	2.000	4,0	2,3	45
> 70 años	1,1	1,4	16	5,0	1,6	30	300	2,0	70 ⁽¹⁾	700	10	15	120	1.000	700	3.100	350	10 ⁽¹⁾	10	150	55	1,1	30	1.200	1.800	4,0	2,3	45
Mujeres																												
10-13 años	0,9	1,2	13	4,0	1,1	20	250	1,8	50	600	5,0	11	60	1.100	900	2.900	250	15 ⁽¹⁾ , 20 ⁽¹⁾	8,0	130 ⁽¹⁾	35	1,0	21	1.500	2.300	2,0	1,6	34
14-19 años	1,0	1,2	14	5,0	1,3	25 ⁽¹⁾	300 ⁽¹⁾	2,0	60 ⁽¹⁾	600	5,0	15	75 ⁽¹⁾	1.000	800	3.100	300	15 ⁽¹⁾ , 20 ⁽¹⁾	8,0	150 ⁽¹⁾	45	1,0	24 ⁽¹⁾	1.500	2.300	3,0	1,6 ⁽¹⁾	43 ⁽¹⁾
20-29 años	1,0	1,3	14	5,0	1,2	30	300 ⁽¹⁾	2,0	60 ⁽¹⁾	600	5,0	15	90	900	700	3.100	300	18 ⁽¹⁾	7,0	150	55	1,1	25	1.500	2.300	3,0	1,8	45
30-39 años	1,0	1,3	14	5,0	1,2	30	300 ⁽¹⁾	2,0	60 ⁽¹⁾	600	5,0	15	90	900	700	3.100	300	18 ⁽¹⁾	7,0	150	55	1,1	25	1.500	2.300	3,0	1,8	45
40-49 años	1,0	1,3	14	5,0	1,2	30	300 ⁽¹⁾	2,0	60 ⁽¹⁾	600	5,0	15	90	900	700	3.100	300	18 ⁽¹⁾	7,0	150	55	1,1	25	1.500	2.300	3,0	1,8	45
50-59 años	1,0	1,3	14	5,0	1,2	30	300	2,0	60 ⁽¹⁾	600	5,0	15	90	1.000	700	3.100	300	15 ⁽¹⁾	7,0	150	55	1,1	20 ⁽¹⁾	1.300 ⁽¹⁾	2.000 ⁽¹⁾	3,0	1,8	45
60-69 años	1,0	1,2	14	5,0	1,2	30	300	2,0	70 ⁽¹⁾	600	7,5	15	90	1.000 ⁽¹⁾	700 ⁽¹⁾	3.100	320 ⁽¹⁾	10 ⁽¹⁾ , 15 ⁽¹⁾	7,0	150	55	1,1	20	1.300	2.000	3,0	1,8	45
> 70 años	1,0	1,2	14	5,0	1,2	30	300	2,0	70 ⁽¹⁾	600	10	15	90	1.000	700	3.100	320	10 ⁽¹⁾	7,0	150	55	1,1	20	1.200	1.800	3,0	1,8	45
Embarazo	1,2 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	1,6 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	15 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	6,0	1,5 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	30	500 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	2,2 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	80 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	700 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	10 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	15	90	1.000 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	800 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	3.100 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	360 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	25 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	10 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	175 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	55 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	1,1 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾ , 4	30	1.500	2.300	3,0	2,0	50
Lactancia	1,4 ⁽¹⁾	1,7 ⁽¹⁾	16 ⁽¹⁾	7,0	1,6 ⁽¹⁾	35	400 ⁽¹⁾	2,6 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾	950 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾	10 ⁽¹⁾	19	90	1.200 ⁽¹⁾	990 ⁽¹⁾	3.100 ⁽¹⁾	360	15 ⁽¹⁾ , 1,3 ⁽¹⁾	12 ⁽¹⁾	200 ⁽¹⁾	70 ⁽¹⁾	1,4 ⁽¹⁾	45	1.500	2.300	3,0	2,6	50

CONCEPTO • BIOLOGÍA

EPIDEMIOLOGÍA

FACTORES DE RIESGO

TRATAMIENTO

ACTIVIDAD FÍSICA

SECRECIÓN HORMONAL

ACELEROMETRÍA

DISEÑO PROGRAMA EF

Nutrición y osteoporosis

TABLA 2. CONTENIDO APROXIMADO EN CALCIO DE ALGUNOS ALIMENTOS

Alimento	Mg por 100 g de porción comestible
Chanquetes y morralla (pescaditos enteros)	2250
Queso Emmental	1080
Queso magro	1050
Queso Gruyère	900
Queso Manchego curado	848
Queso Roquefort	600
Queso en porciones	276
Anchoas en aceite	273
Higos secos	250
Soja seca	240
Leche de almendras	200
Soja fresca	197
Cajadita	193
Frutos secos (excepto castaña)	190-270
Queso de Burgos	186
Chocolate con leche	188
Helados	150
Gambas y camarones	150
Yogur natural	121
Leche	120
Peut suisse	120
Espinacas	104
Legumbres	70-140
Acelga, cardo	80

Tomado de Matute J. Mañas M. Tabla de composición de alimentos españoles (4ª ed.). Universidad de Granada: Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, 2003.

TABLA 3. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA BIODISPONIBILIDAD DEL CALCIO

AUMENTAN LA ABSORCIÓN

- Crecimiento, embarazo, lactancia (aumento de las necesidades)
- Déficit de calcio
- Vitamina D
- Ingesta de grasas
- Ingesta de lactosa
- Aminoácidos acidicos de la dieta
- pH intestinal

DISMINUYEN LA ABSORCIÓN

- Déficit de vitamina D
- Ácidos grasos libres de la dieta
- Exceso de fibra en la dieta (más de 30g/día)
- Oxalatos (espinacas, acelgas, fresas...)
- Fitatos (cereales integrales, de grano entero, legumbres)
- Exceso de proteínas y fósforo
- Cafeína (más de 3 tazas de café/día)
- pH intestinal alto
- Gastritis atrófica asociada a la falta de producción de ácido clorhídrico en el anciano
- Edad avanzada (por falta de síntesis de vitamina D y aparición de gastritis atrófica)

Yogures/quesos



Absorción: 20-45%

Leche



Absorción: 27%

Espinacas/Acelgas



Absorción: 5%

Alfonso. Univ.Navarra 2005; 77: 1256-1275

La dieta DASH reduce la resorción ósea. Na (1) : K (1)

Table 1
Intakes of Nutrients Important for Bone Health According to Serving Sizes of Foods of the DASH Diet

Food groups (examples of a serving)	DASH diet (minimum servings/day)	Approximate calcium intake (foods fortified), mg	Approximate sodium intake, mg	Approximate potassium intake, mg	Approximate protein intake, g
Milk products					
Milk, 1% (250 mL, 1 cup)	2	575	720	520	17
Cheese (50 g)					
Grain products					
Bread (1 slice)	7	160	950	560	21
Cereal (30 g, 1 cup)					
Rice (1 cup)					
Vegetable group (raw leafy vegetable)					
Lettuce (1 cup)	4	200	100	970	6
Spinach (1 cup)					
Fruit group					
Banana (medium size)	4	95	10	1610	4
Orange (medium size)					
Orange juice (1/2 cup)					
Meat					
Lean meat (80 g)	2 or less	50	135	550	19
Fish (80 g)					
Poultry (80 g)					
Alternatives					
Egg (1)	0.6 (4 servings/week from nuts, seeds, and dry beans)	30	35	180	8
Cooked dry beans (125 g)					
Tofu (100 g)					
Peanut butter (2 tbsp-30 mL)					
Total	—	1110	1950*	4390	75

Note: Calcium, potassium, and protein are close to, or exceed, current recommendations, whereas sodium intake falls below its upper level.

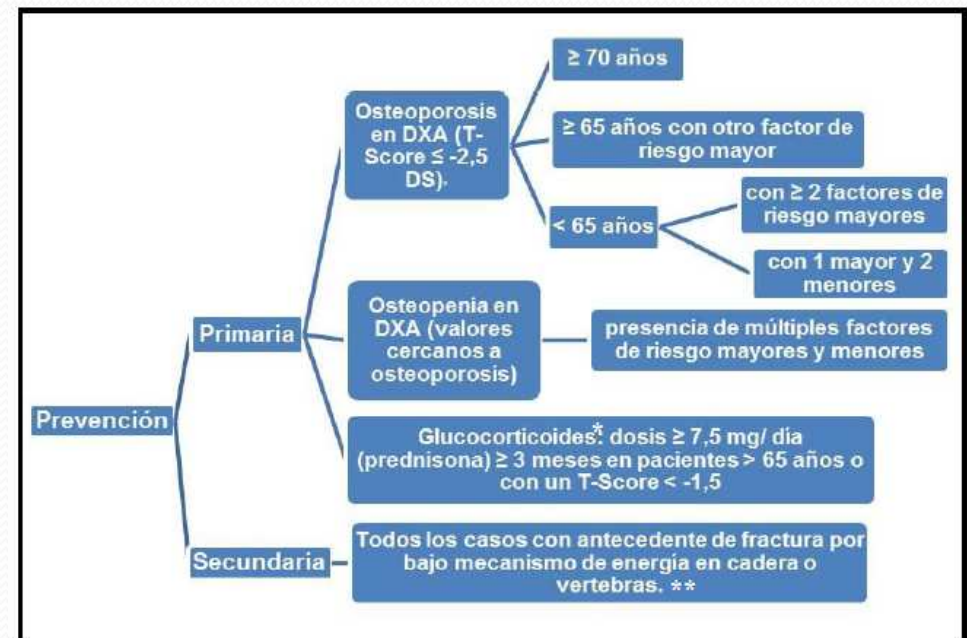
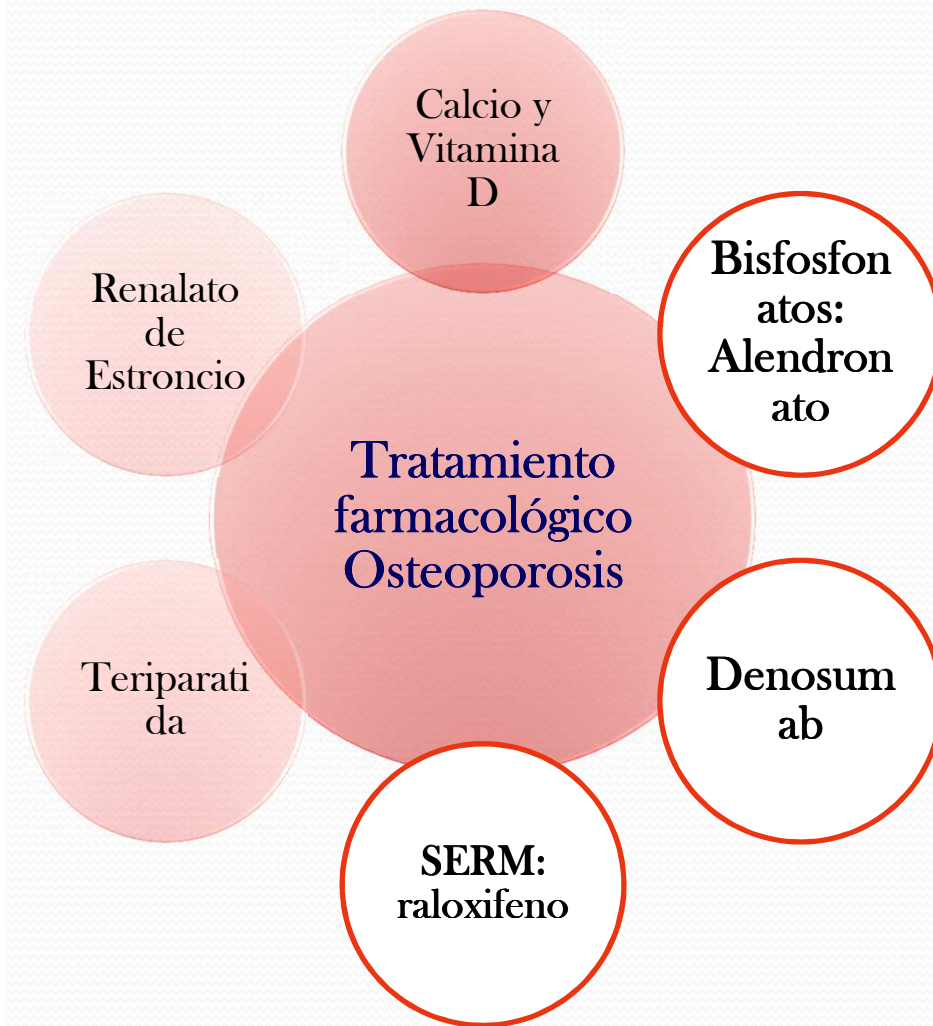
Modified from Institute of Medicine (1).

Abbr: DASH, Dietary Approaches to Stop Hypertension.

*Consuming unsalted products reduces sodium intake further.

CONCEPTO • BIOLOGÍA	EPIDEMIOLOGÍA	FACTORES DE RIESGO	TRATAMIENTO
ACTIVIDAD FÍSICA	SECRECIÓN HORMONAL	ACELEROMETRÍA	DISEÑO PROGRAMA EF

Objetivo evitar fracturas • 1 de cada 5 personas con fractura de cadera vive menos de 1 año la fractura



CONCEPTO • BIOLOGÍA

EPIDEMIOLOGÍA

FACTORES DE RIESGO

TRATAMIENTO

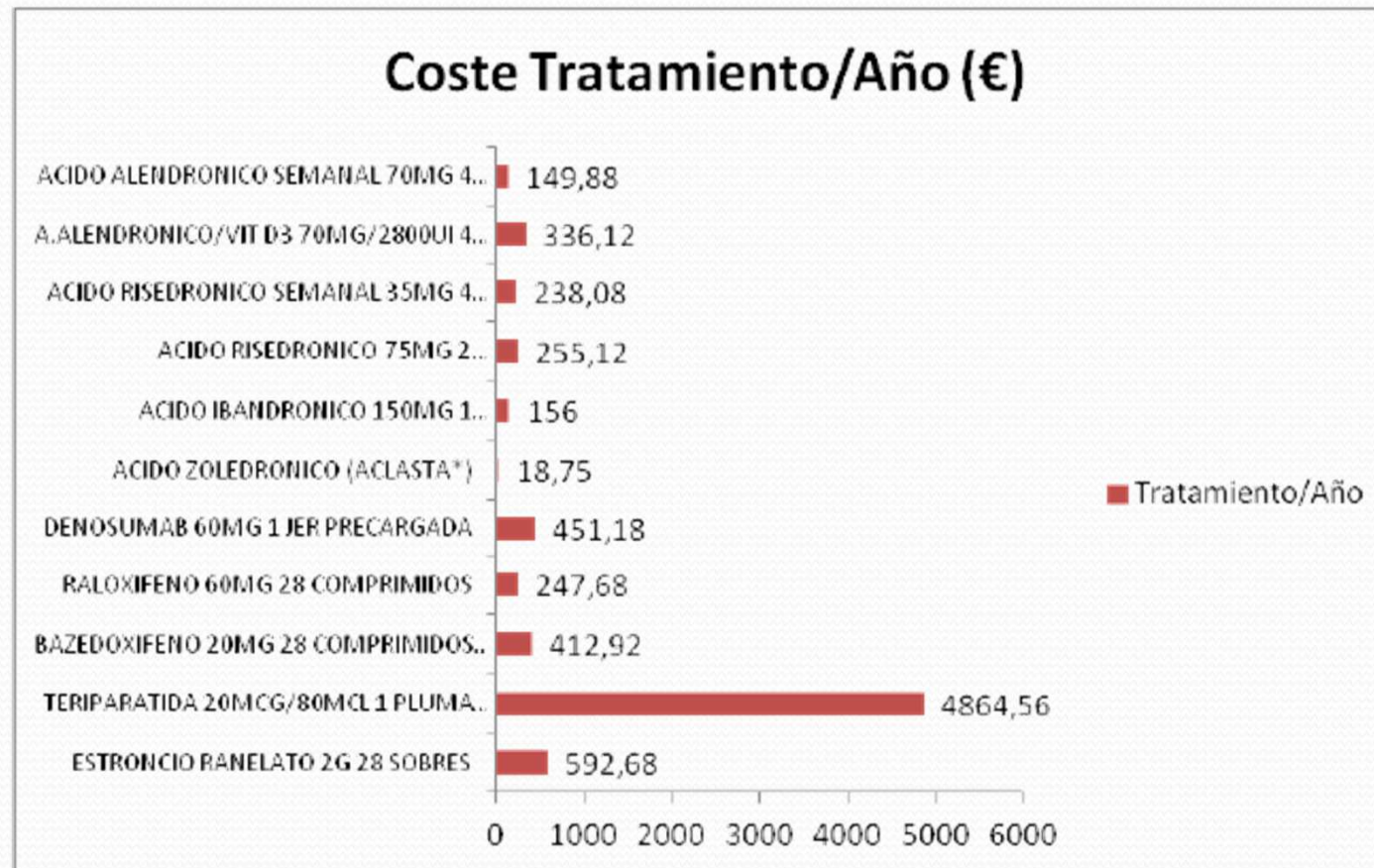
ACTIVIDAD FÍSICA

SECRECIÓN HORMONAL

ACELEROMETRÍA

DISEÑO PROGRAMA EF

Objetivo evitar fracturas • 1 de cada 5 personas con fractura de cadera vive menos de 1 año tras fractura



Los cálculos corresponden a los precios PVP IVA (€) del mes de diciembre (2014).

*PVL/uso hospitalario.

Aizpurua. *Consenso Osteop postmen Osakidetza 2015*

La osteoporosis se previene desde la infancia

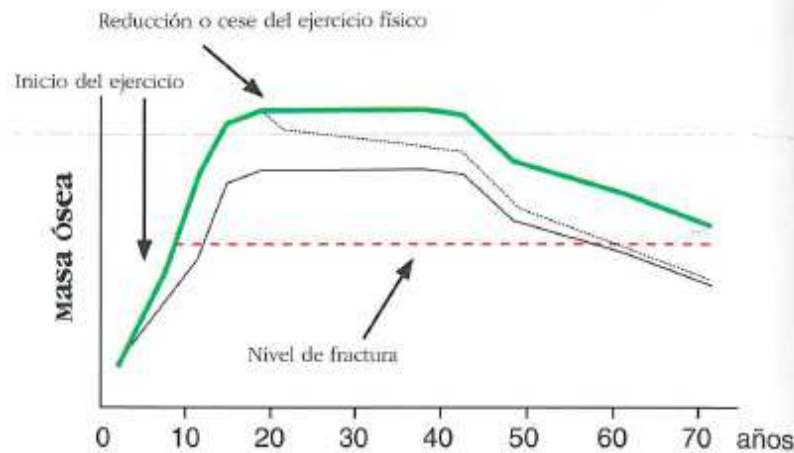


Figura 1. Cambios teóricos en la masa ósea con la edad si hay: 1) no práctica de ejercicio físico durante el crecimiento (-), 2) participación regular en una actividad física durante el crecimiento y los incrementos de masa ósea se mantienen a lo largo de la edad adulta, a pesar de la reducción o cese del ejercicio físico (—), y 3) participación regular en una actividad física durante el crecimiento, pero las ganancias de masa ósea se pierden gradualmente durante la edad adulta si el nivel de ejercicio se reduce o cesa (---) (Modlesky y Lewis, 2002).

Why exercise is vital for bone and muscle health:

- It **builds strong bones** in youth. It's estimated a 10 per cent increase of peak bone mass in children can reduce the risk of an osteoporotic fracture during adult life by 50 per cent.
- Exercise plays a key role in adults **preventing bone loss and maintaining muscle strength**.
- It helps **prevent weak bones and falls in the elderly**. One-third of people over 65 have a fall each year and the risk of falling increases as age rises.
- People who have **suffered fractures can benefit from special exercises and training** (under medical supervision) to improve muscle strength and muscle function for greater mobility and improved quality of life.



Niñez y
adolescencia:
Ventana
terapéutica para
aumentar el pico
de masa ósea

La osteoporosis se previene desde la infancia

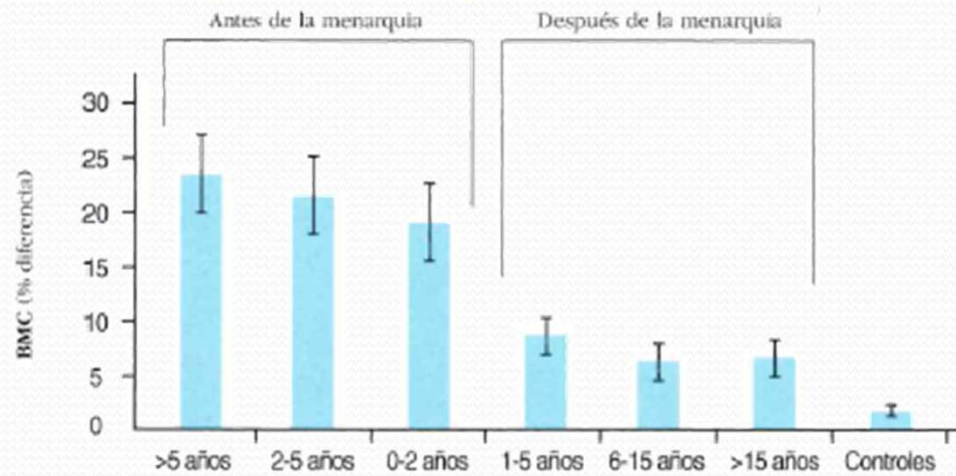


Figura 2. Diferencia en BMC del brazo dominante en relación con el no-dominante en tenistas que comenzaron a entrenar antes y después de la menarquía (Kannus et al., 1995).

La carga mecánica segrega una cascada de eventos celulares que involucra a **receptores de estrógenos**. Por ello, el efecto osteogénico es mayor cuando los E_{α} son altos (adolescencia, premenopausia vs amenorrea, postmenopausia, ovariectomía)

El esqueleto es más sensible al EF durante los primeros años de pubertad: GH, IGF-1, androstendiona y estradiol



La osteoporosis se previene desde la infancia



La participación deportiva durante la niñez y adolescencia (previo a la pubertad) contribuye a la acumulación de masa ósea (BMC & cambios geométricos) formando unos huesos más fuertes en la edad adulta

10% mayor en comparación a los sedentarios en la DMO total, con valores de un **15-20%** en las zonas del que se someten a mayores cargas durante la practica deportiva (**especificidad**), hasta un **13-17%** mayor DMO en la espina lumbar, **20-25%** en la cadera y **10-16%** en las extremidades inferiores

**High strain-
eliciting
sports
(gimnasia)**

**Weight-bearing
and contact
activities
(football, rugby,
handball)**

**High ground
reaction forces
(gravity) (jumping,
sprinting, rapidly
changing direcytion,
stopping, fall landings,
blocks)**

La osteoporosis se previene desde la infancia



Correr
500m/día a
10km/h es
suficiente para
mejorar la
BMD

Los niños más activos (AP total y vigorosa) presentaban un 12% más BMC que los sedentarios. Un aumento de **10min/día en actividad vigorosa** ↑2-3% BMC cadera y lumbar

La falta y el exceso de impactos es perjudicial



Exceso de volumen de entrenamiento en corredores de larga distancia (19-56 años) ($>100\text{km/s}$) $\downarrow 20\%$ BMD en la espina lumbar

La alteración del ciclo menstrual puede afectar a un 50% de atletas de élite, a 25% de atletas amateur y aun 12% de nadadoras y ciclistas

Nadadores, ciclistas y remeros BMD similar a sedentarios

Actividad física en la edad adulta y menopausia. ¿Es suficiente caminar?

Table 2. Daily step count and heart rate

	Exercise (n = 27)	Control (n = 15)
Heart rate (beats/min)		
Baseline (THR)	108 ± 7.5	ND
Month 6	107 ± 6.3	ND
Month 12	102 ± 5.6*	ND
Walking speed at baseline (km/h)	4.2 ± 0.4	ND
Daily step count (steps/day)		
Baseline	4256 ± 348	4025 ± 315
Month 6	8053 ± 352**	ND
Month 12	8185 ± 315**	ND
Frequency of exercise (days/week)	4.2 ± 0.3	ND

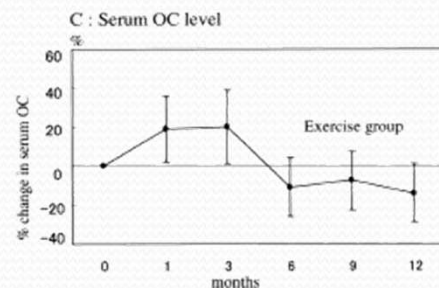
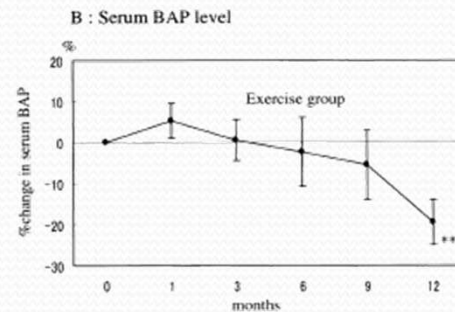
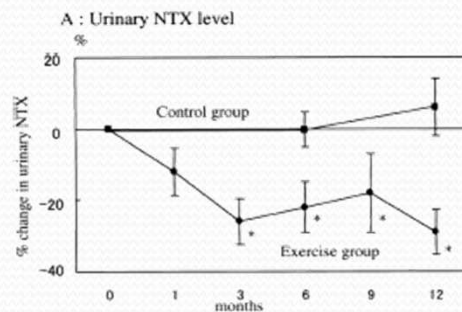
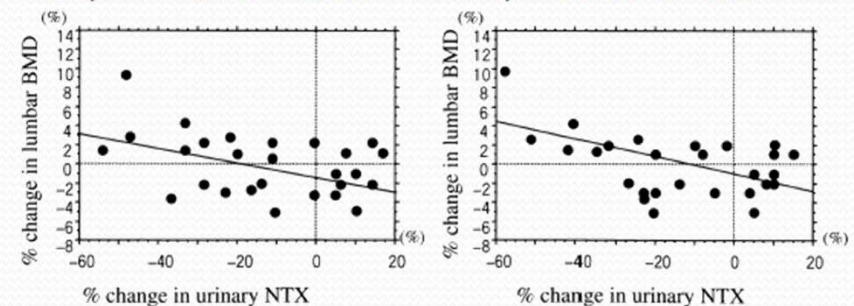


Table 3. Change in lumbar BMD

	Baseline	Month 6	Month 12
Exercise (n = 27)			
Lumbar BMD (g/cm ²)	0.699 ± 0.08	0.703 ± 0.09	0.714 ± 0.09
Percent change from baseline (%)		0.47 ± 0.21	1.71 ± 0.85*
Control (n = 15)			
Lumbar BMD (g/cm ²)	0.728 ± 0.07	0.724 ± 0.07	0.712 ± 0.08
Percent change from baseline (%)		-0.45 ± 0.31	-1.92 ± 0.76

A : Urinary NTX at month 3 vs. lumbar BMD at month 12 B : Urinary NTX at month 12 vs. lumbar BMD at month 12



Caminar **>4h/sem** mejora la DMO de la zona lumbar en *mujeres PM* con *osteopenia/osteoporosis* suprimiendo la resorción ósea
↓41% riesgo fracturas

Actividad física en la edad adulta y menopausia. ¿Es suficiente caminar?

Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women

Marrissa Martyn-St James ^{a,*}, Sean Carroll ^b

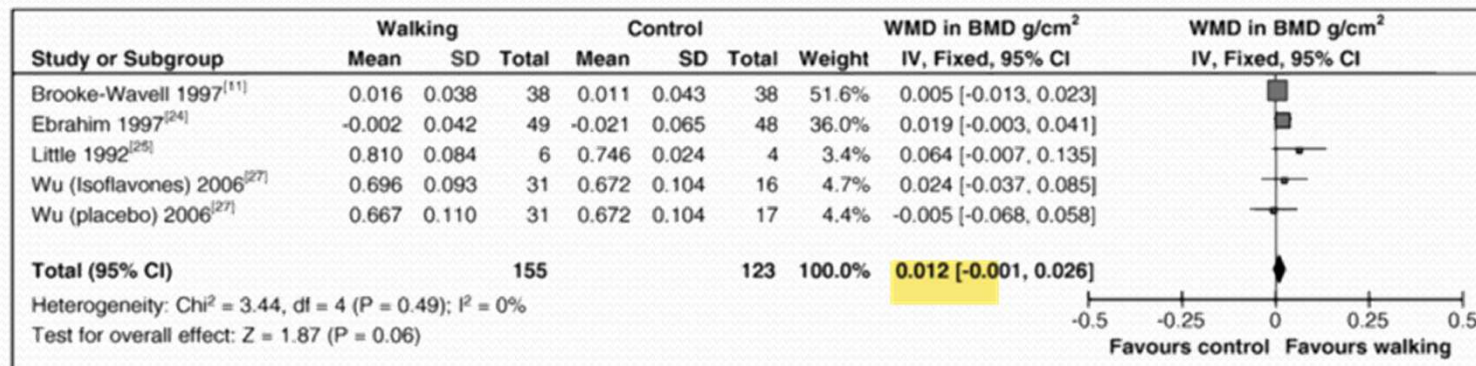
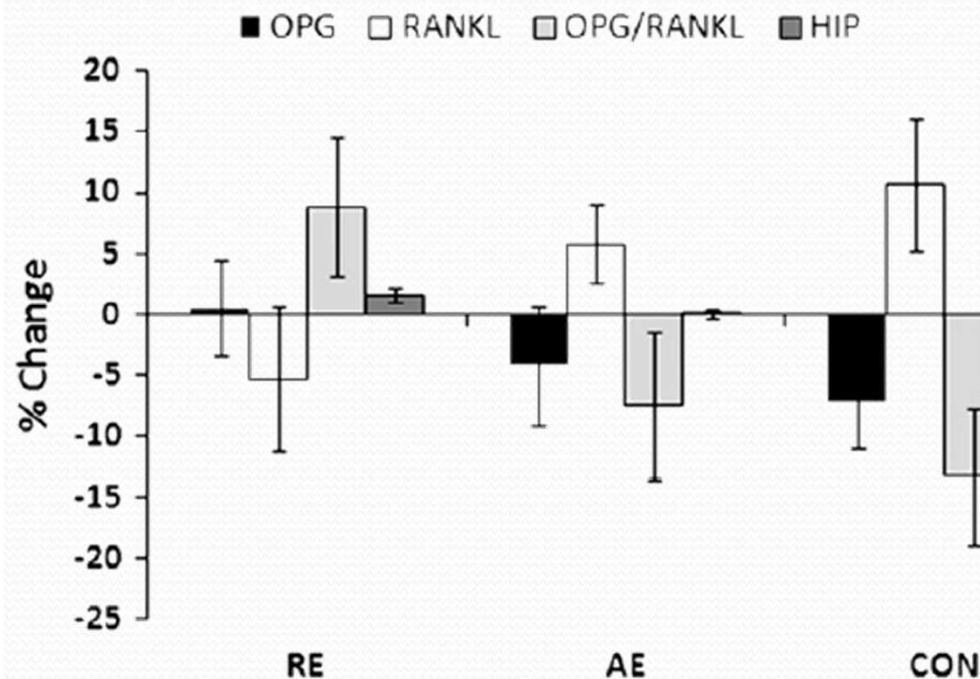


Fig. 3. Forest plot for RCT effects of walking on femoral neck bone mineral density.

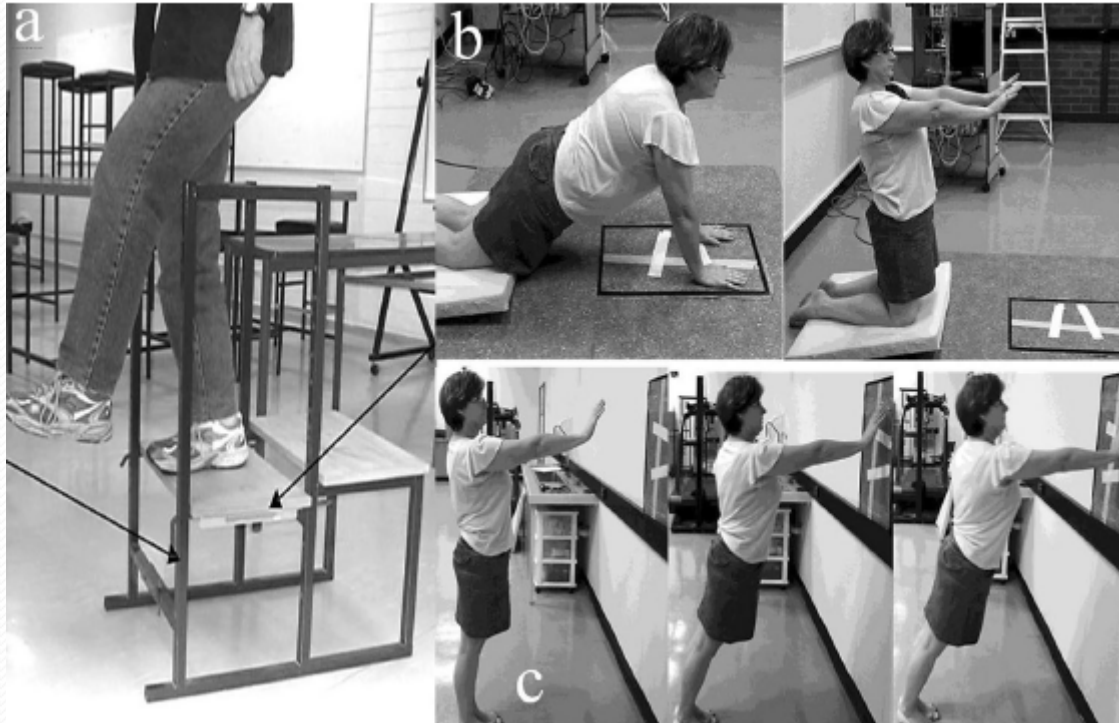
Caminar como único ejercicio físico **no es suficientemente eficaz** para prevenir la pérdida de DMO lumbar en mujeres PM (Guadalupe Brau et al., 2009; Heikkinen et al., 2007; Martyn-StJames & Carrol, 2008)

Entrenamiento de fuerza



- El RE (3d/s - 8meses) fue el único que aumentó la BMD (2.9% en trocánter y 1.5% en la cadera en general) en mujeres mayores (70 años)
- El RE inhibe la destrucción ósea ($\downarrow$ RANKL y $\uparrow$ OPG) (Marques et al., 2011)

High-Intensity Impact Training • Mujeres pre-menopáusicas con Osteopenia



a	Blocks of 8 Weeks	Step Level (cm)	Sessions	Sets and repetitions for each foot or hand for consecutive weeks in a block								Total Impacts/Week/Foot or Hand
				1	2	3	4	5	6	7	8	
	1-8	1 (18.5)	4	2x3	2x4	2x5	3x4	3x5	3x6	2x10	3x8	452
	9-16	2 (28.5)	4	3x9	4x7	3x10	4x8	3x11	4x9	3x12	4x10	1,048
	17-24	3 (36.0)	4	4x8	4x9	4x10	5x8	4x10	5x8	4x10	5x8	1,232
	25-32	4 (43.5)	4	4x8	4x9	4x10	5x8	4x10	5x8	4x10	5x8	1,232
	33-40	5 (48.5)	4	4x8	4x9	4x10	5x8	4x10	5x8	4x10	5x8	1,232
	41-48	6 (53.5)	4	4x8	4x9	4x10	5x8	4x10	5x8	4x10	5x8	1,232
	49-56	7 (58.5)	4	4x8	4x9	4x10	5x8	4x10	5x8	4x10	5x8	1,232
	57-64	8 (63.5)	4	4x8	4x9	4x10	5x8	4x10	5x8	4x10	5x8	1,232

Greenway, Walkley, & Rich. *Eur J Appl Physiol* 2015; 115: 2457-2469

High-Intensity Impact Training • Mujeres pre-menopáusicas con Osteopenia

Table 1 Baseline characteristics and comparisons within and between groups for exercisers and controls with below average forearm aBMD

Forearm Variable	Exercise group				Control group				MANOVA	
	Baseline ± SD	Post ± SD	% Change	Cohen's d	Baseline ± SD	Post ± SD	% Change	Cohen's d	p value	η ²
UD radius BMD	0.317 ± 0.021	0.329 ± 0.022	3.9***	1.281	0.322 ± 0.024	0.309 ± 0.028	-3.9***	1.018	0.000	0.771
UD radius Z	-1.63 ± 0.57	-1.28 ± 0.59	21.6***	1.308	-1.50 ± 0.65	-1.83 ± 0.77	-22.3***	1.019	0.000	0.778
UD radius T	-1.63 ± 0.57	-1.30 ± 0.60	20.4***	1.258	-1.51 ± 0.65	-1.86 ± 0.77	-23.1***	1.006	0.000	0.769
Total body BMD	1.169 ± 0.055	1.174 ± 0.057	0.4	0.295	1.157 ± 0.046	1.139 ± 0.044	-1.6**	0.798	0.000	0.454
Total body BMC (g)	2467 ± 318	2467 ± 307	0.0	0.003	2413 ± 233	2380 ± 247	-1.4*	0.524	0.099	0.119
Total lean (g)	43679 ± 6269	43240 ± 6208	-1.0	0.392	41409 ± 4009	41566 ± 4253	0.4	0.182	0.036	0.184
Height (m)	1.658 ± 0.078				1.657 ± 0.069					
Weight (kg)	71.58 ± 20.2	71.66 ± 19.80	0.1	-0.004	65.08 ± 11.56	65.23 ± 12.02	0.2	0.052	0.945	0.000
BMI	25.9 ± 6.2	25.9 ± 6.3	0.2	-0.009	23.7 ± 3.8	23.7 ± 3.9	0	0.027	0.933	0.000
Calcium (mg/day)	717 ± 565	1102.4 ± 86	54*	0.496	589 ± 491	821 ± 481	39	0.306	0.082	
Age (years)	42.6 ± 8.3				42.7 ± 8.4					

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$ for pre to post change within groups; p values in bold are significant differences between groups post exercise; η^2 effect size; UD ultradistal; calcium comparisons by t tests. There were no significant differences between the groups at baseline for any variable

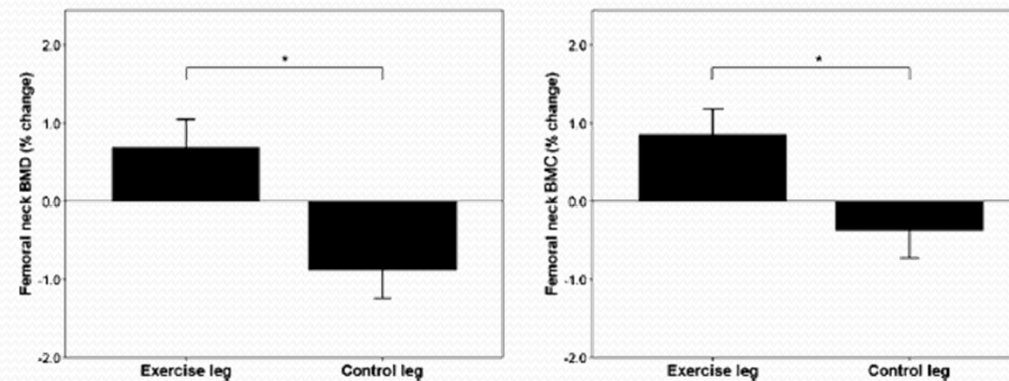
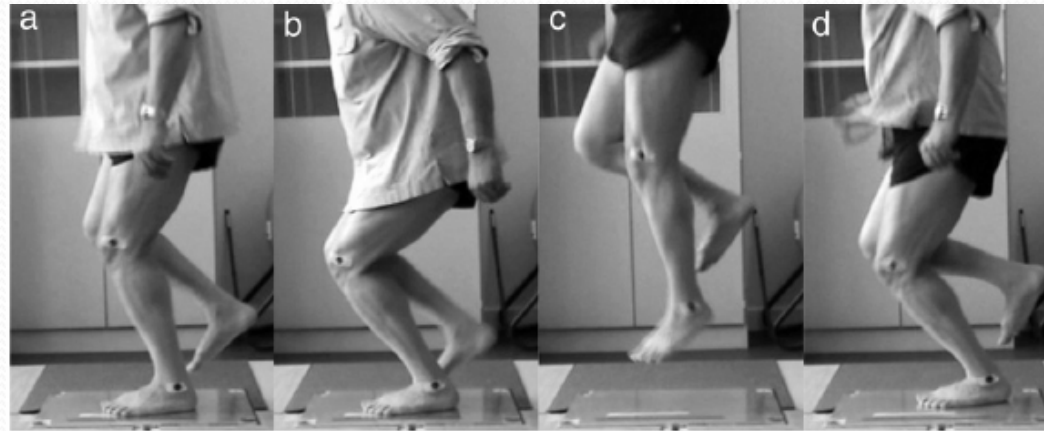
Table 2 Baseline characteristics and comparisons within and between groups for exercisers and controls with below average total hip aBMD

Total Hip Variable	Exercise group				Control group				MANOVA	
	Baseline ± SD	Post ± SD	% Change	Cohen's d	Baseline ± SD	Post ± SD	% Change	Cohen's d	p value	η ²
Total hip BMD	0.893 ± 0.078	0.911 ± 0.085	2.0**	-1.415	0.905 ± 0.081	0.882 ± 0.087	-2.6***	2.248	0.000	0.880
Total hip Z	-0.88 ± 0.55	-0.67 ± 0.59	23.2**	-1.387	-0.75 ± 0.55	-0.87 ± 0.65	-15.2***	0.783	0.000	0.687
Total hip T	-0.89 ± 0.65	-0.74 ± 0.71	17.1**	-1.469	-0.80 ± 0.67	-0.99 ± 0.73	22.6***	1.729	0.000	0.864
AP spine BMD	1.144 ± 0.077	1.156 ± 0.099	1.0	-0.244	1.138 ± 0.084	1.127 ± 0.084	-0.9	0.292	0.060	0.231
Total Body BMD	1.141 ± 0.044	1.140 ± 0.045	-0.1	0.082	1.137 ± 0.056	1.116 ± 0.047	1.8***	0.922	0.002	0.497
Total Body BMC (g)	23397 ± 286	2400 ± 291	0.3	0.116	2317 ± 213	2281 ± 219	1.6*	0.484	0.109	0.162
Total Lean (g)	42634 ± 5108	42714 ± 5265	0.2	-0.059	40912 ± 3682	41824 ± 3899	2.2*	-0.608	0.225	0.096
Height (m)	1.675 ± 0.060				1.644 ± 0.045					
Weight (kg)	68.27 ± 14.31	67.86 ± 16.67	0.6	0.075	66.62 ± 11.74	64.84 ± 12.51	2.7	0.299	0.491	0.025
BMI	24.2 ± 4.2	24.0 ± 4.9	0.8	0.099	24.7 ± 4.8	24.0 ± 4.9	2.8	0.311	0.493	0.025
Calcium (mg/day)	697 ± 434	1183 ± 509	70*	0.651	693 ± 433	1109 ± 393	60**	0.648	0.440	
Age (years)	39.6 ± 6.3				39.9 ± 6.7					

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$ for pre to post change within groups; p values in bold are significant differences between groups post-exercise; small p values are for baseline comparisons between groups; η^2 effect size; UD ultradistal; calcium comparisons by t tests. There were no significant differences between the groups at baseline for any variable

Greenway, Walkley, & Rich. *Eur J Appl Physiol* 2015; 115: 2457-2469

High-Intensity Impact Training • Hombres mayores



- 50 saltos monopodales/día (2.7-3 BW)
- Región inferior del cuello del femur la que más mejora la BMD (↑1.4%)

High-Intensity Impact Training • Hombres mayores

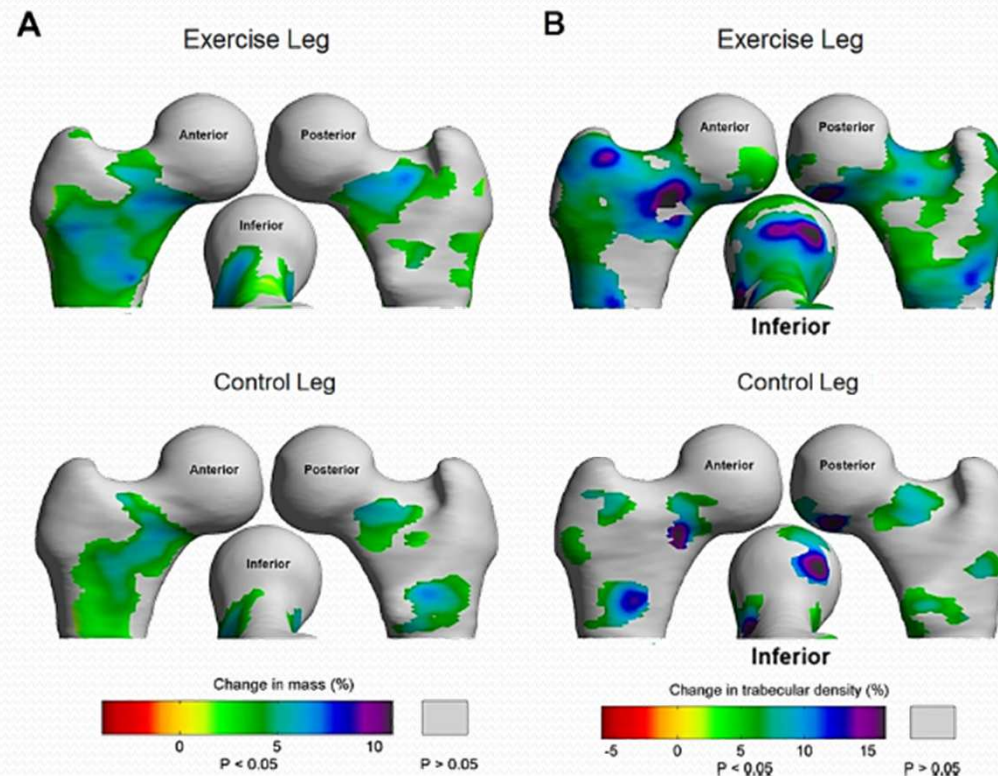


Fig. 2. Changes in cortical surface mass density (A) and endocortical trabecular density (B) in the exercise leg and control leg. Data are expressed as a percentage change from pre-intervention values. 3D color maps are displayed across an average right proximal femur in anterior, posterior, and inferior anatomical views. Areas where there were no statistically significant changes are shown in gray.

- ↑ 2.7% densidad de la superficie de masa cortical (zonas localizadas)
- ↑ 6.4% densidad trabecular endocortical

Las mujeres pre-menopáusicas responden mejor al HIIT

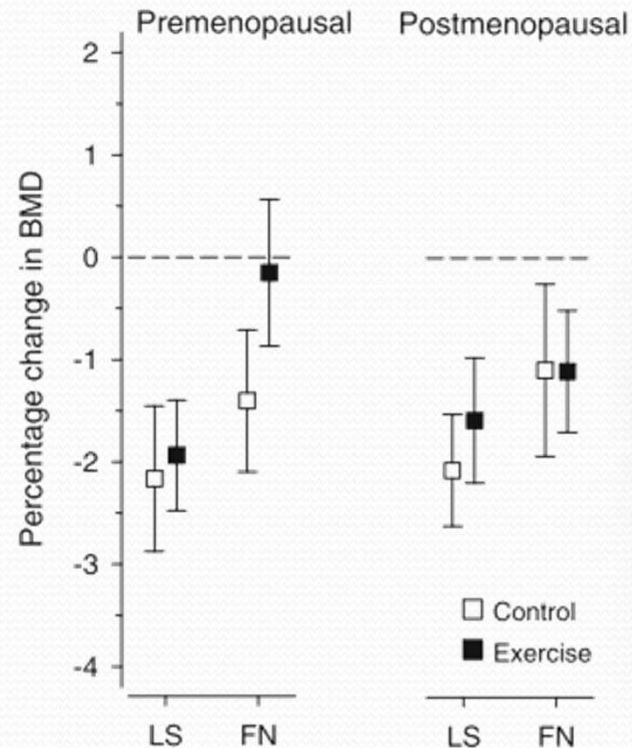


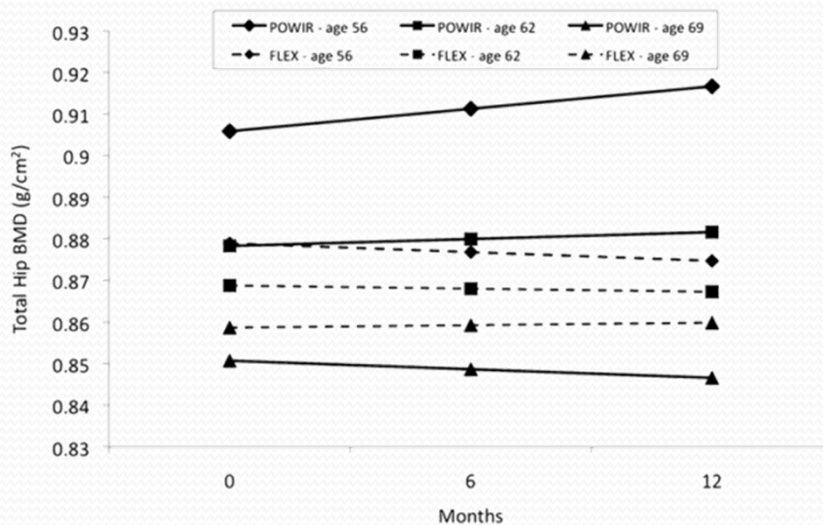
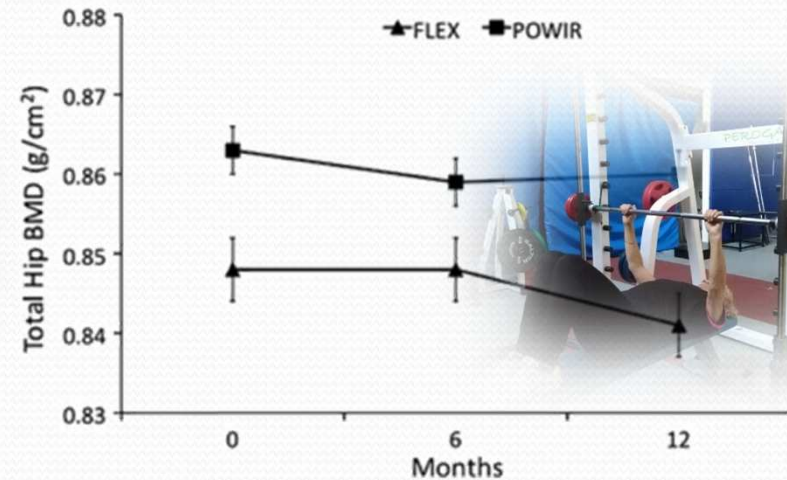
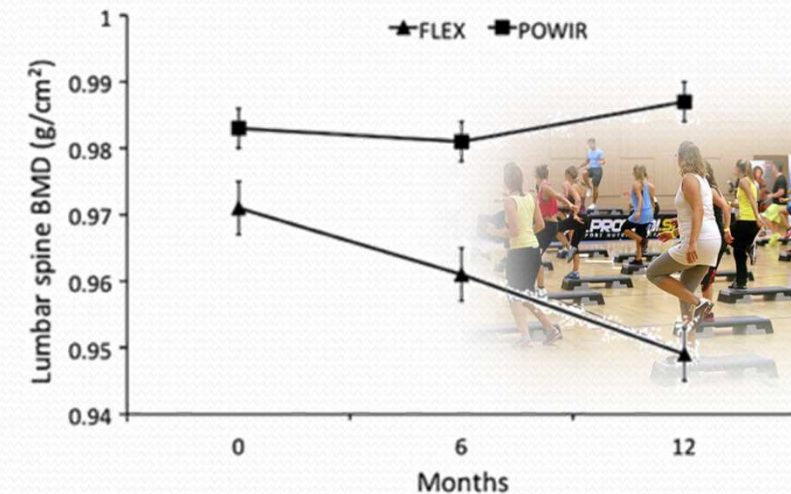
Fig. 2 Percentage BMD changes in the exercise and control groups during the 12-month intervention. a Premenopausal women, b postmenopausal women

Step Aerobics (150-180 saltos)+
Circuit Training (saltos >4BW)
3.3 PreM - 4.4 PostM ses/week



Tras la menopausia y en mujeres con cáncer de mama con terapia hormonal (inhibidores de la aromatasa o tamoxifeno) la formación ósea para el mismo estímulo mecánico es menor debido ↓ de estrógenos

Osteoporosis secundaria • Cáncer de mama



Mantenimiento-mejora de la DMO (+3/-1.6%) en intervenciones de ejercicio aeróbico, **fuerza** (>70% 1RM, exp) (LS) y/o **impacto** (atípicos, 50-100 saltos/día entr) (FN) a intensidades moderadas-altas vs pérdidas anuales de 1.7 - 9% DMO total, FN y LS en mujeres con CM PostM inactivas

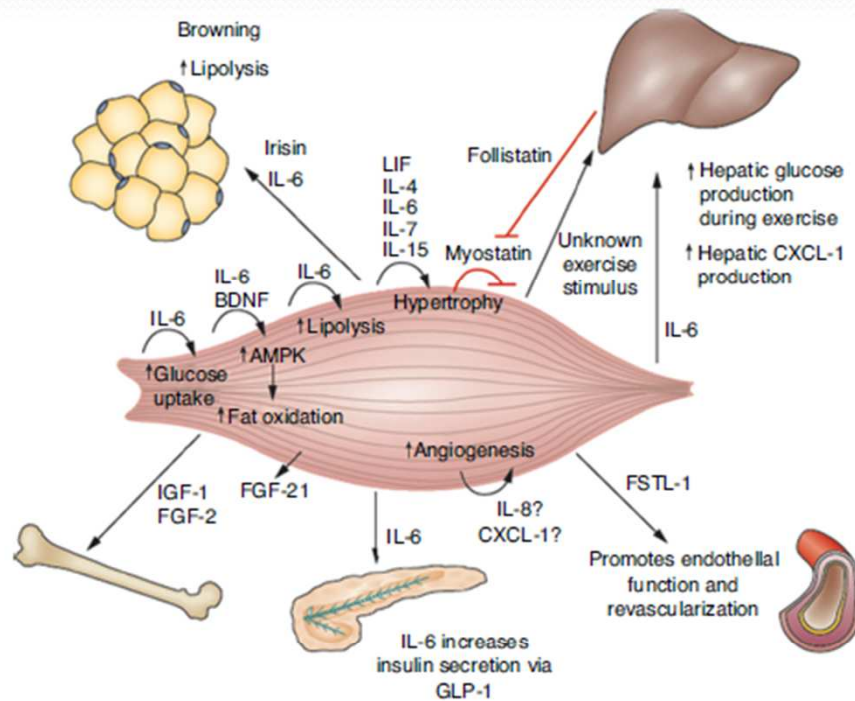
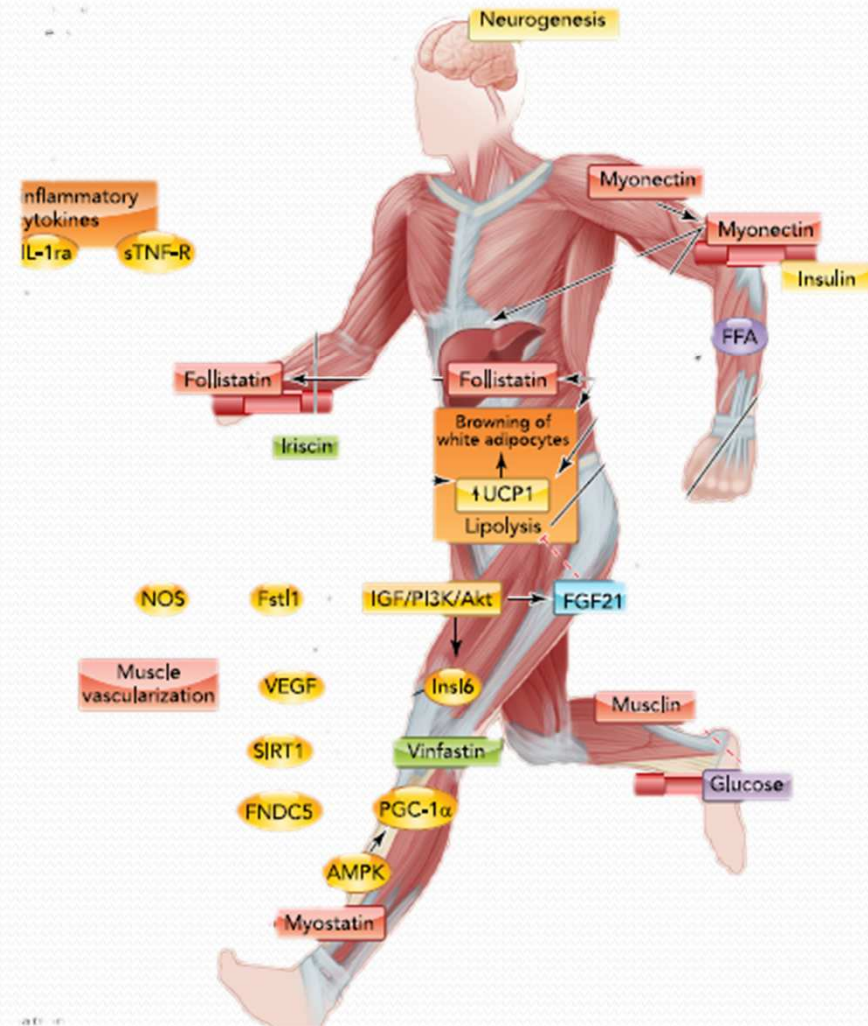
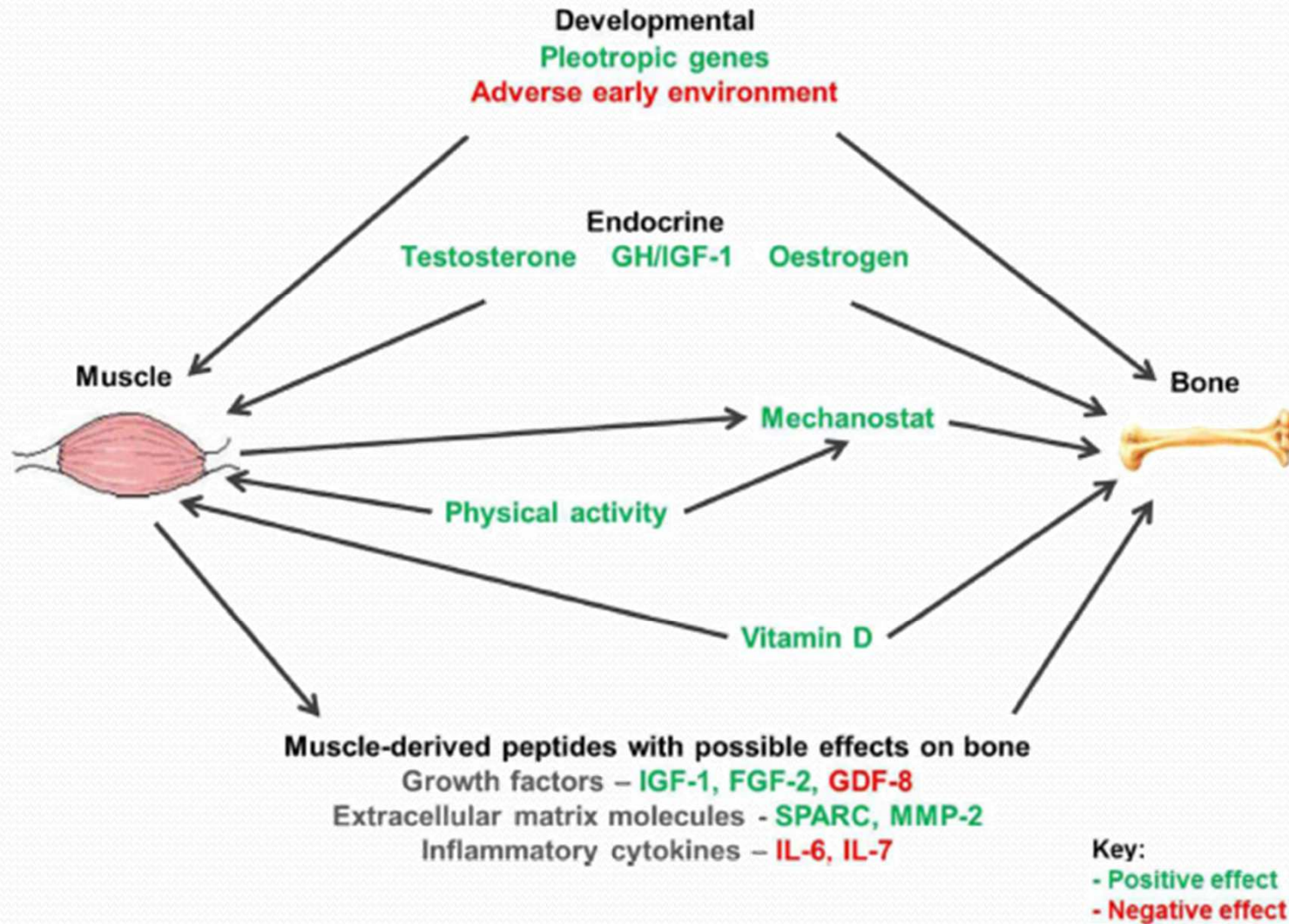
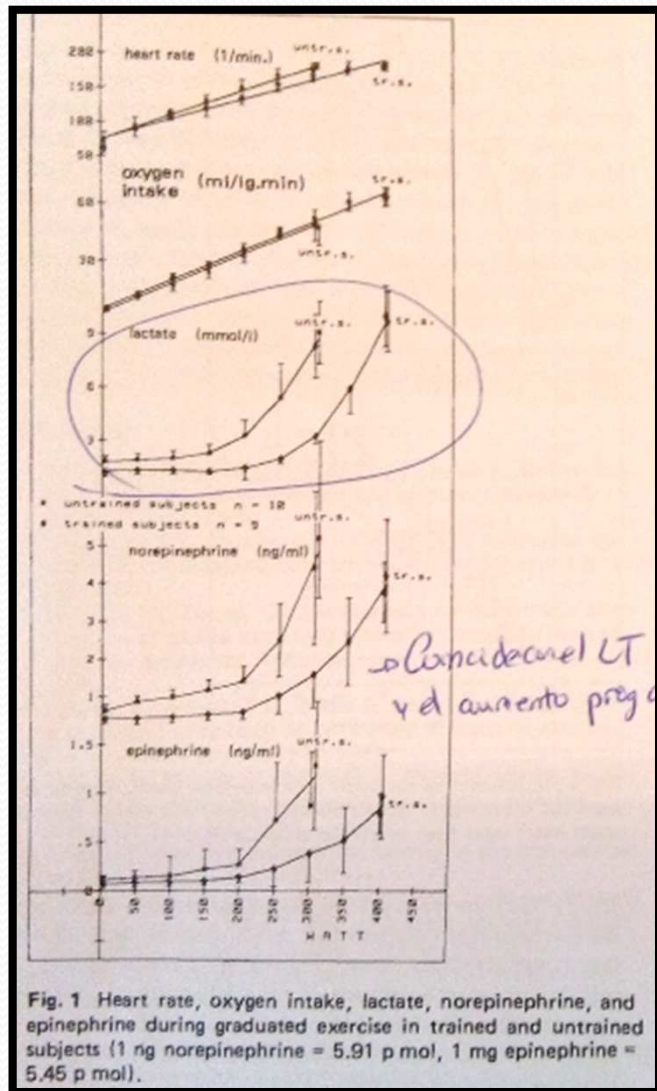


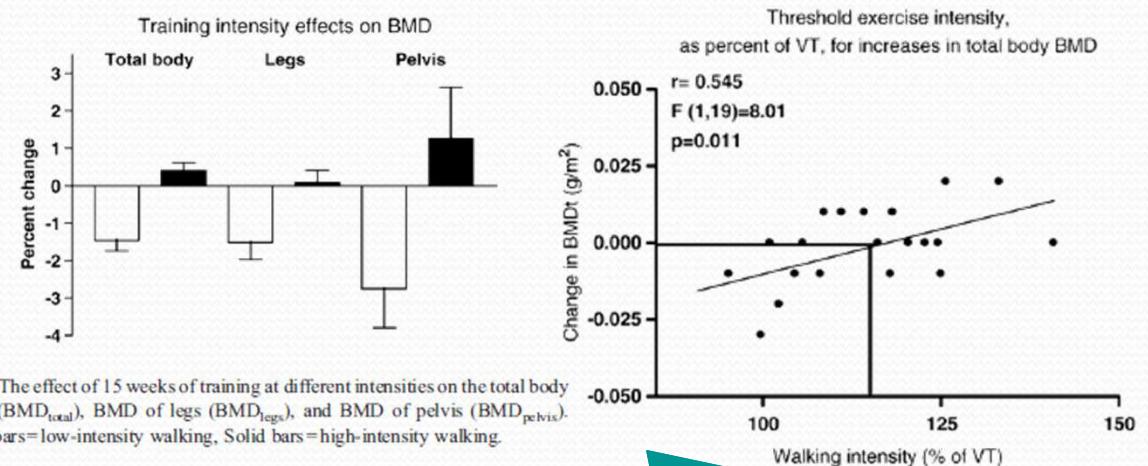
Figure 1 Skeletal muscle is a secretory organ. Leukemia inhibitory factor (LIF), interleukin (IL)-4, IL-6, IL-7, and IL-15 promote muscle hypertrophy. Myostatin inhibits muscle hypertrophy and exercise provokes the release of a myostatin inhibitor, follistatin, from the liver. Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and IL-6 are involved in AMP-activated protein kinase (AMPK)-mediated fat oxidation and IL-6 enhances insulin-stimulated glucose uptake. IL-6 appears to have systemic effects on the liver and adipose tissue and increases insulin secretion via upregulation of GLP-1. Insulin-like growth factor-1 (IGF-1) and FGF-2 are involved in bone formation, and follistatin-related protein 1 improves endothelial function and revascularization of ischemic vessels. Irisin has a role in "browning" of white adipose tissue. Adapted, with permission, from [172].





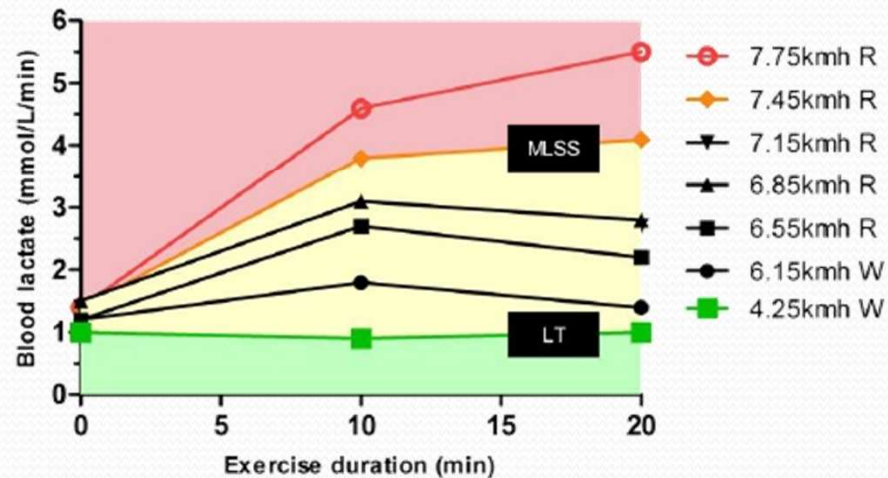


- Relación lineal directa entre el lactato y las catecolaminas, que presentan una evolución entrenamiento-dependiente. El punto de inflexión (LT) es la dosis mínima para mejorar la salud cardiovascular y ósea (Leheman et al., 1981)

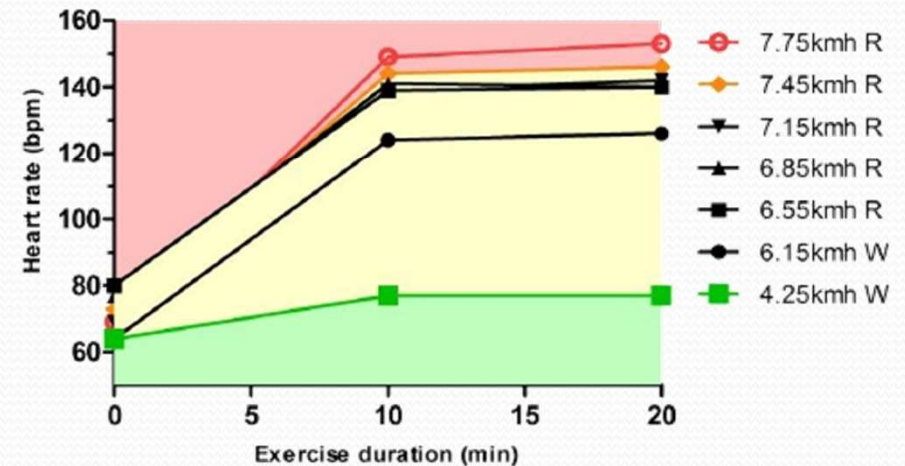


Ejercicio de alta intensidad estimula la BMD por medio de la secreción de hormonas osteogénicas: IGF-1, PTH y GH

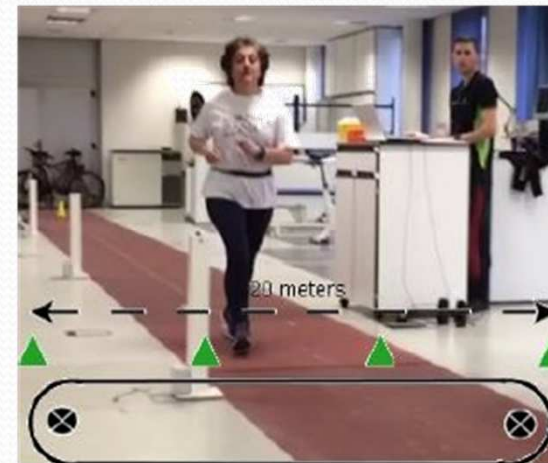
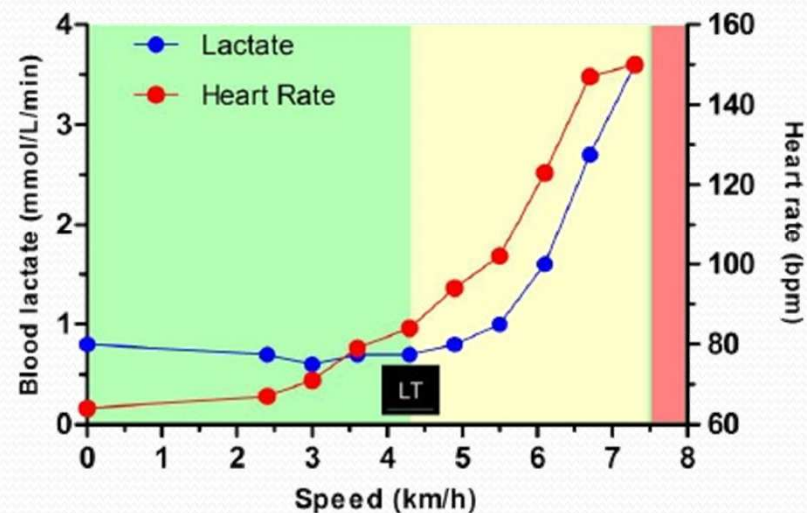
Lactate response to constant speed tests



Heart rate response to constant speed tests



Progressive shuttle walk-running test



CONCEPTO • BIOLOGÍA

EPIDEMIOLOGÍA

FACTORES DE RIESGO

TRATAMIENTO

ACTIVIDAD FÍSICA

SECRECIÓN HORMONAL

ACELEROMETRÍA

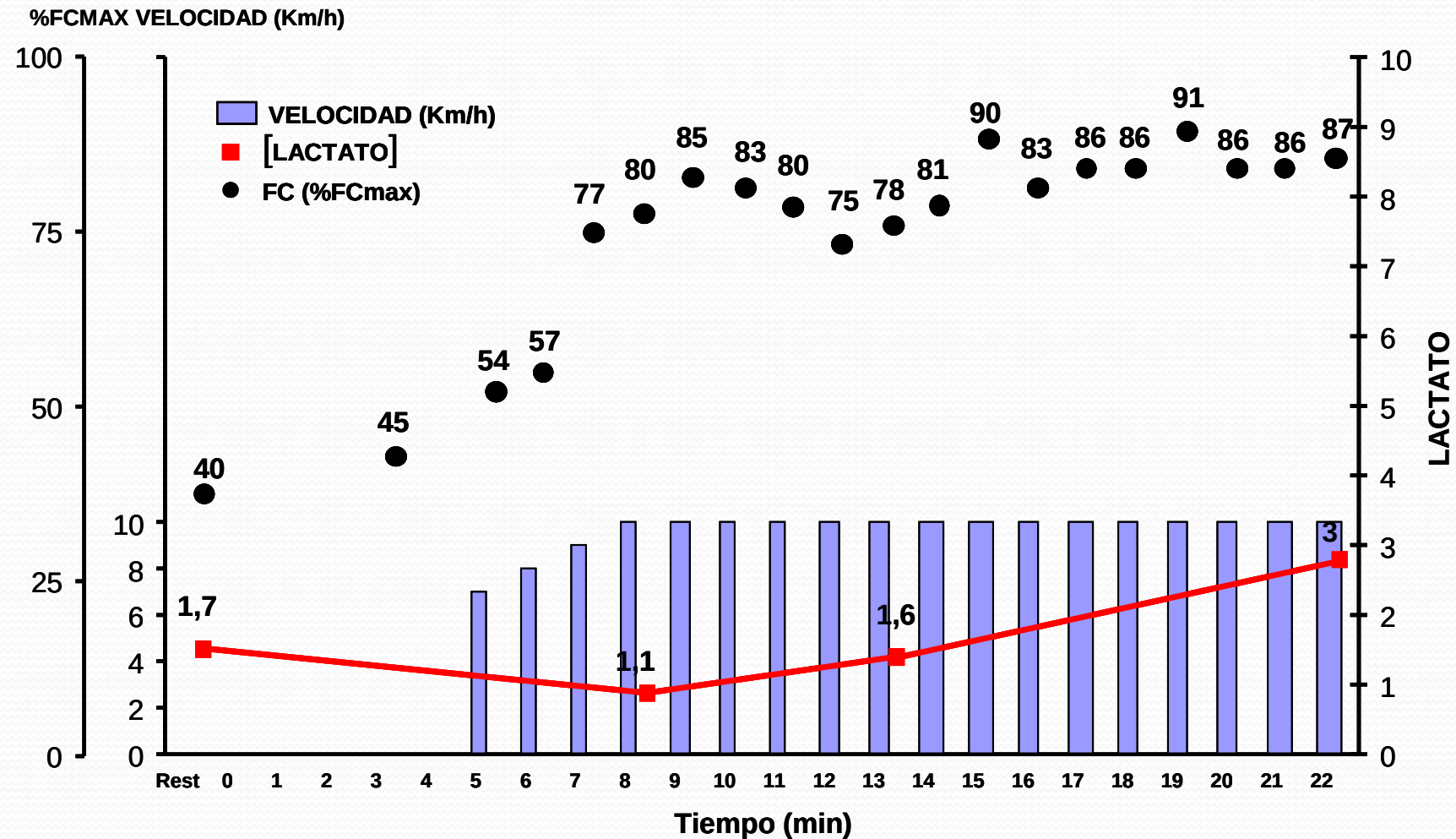
DISEÑO PROGRAMA EF

La clave está en la dosis



OsteoMOD Interval Training 10km/h

Series de 15"-25" al 105% $\text{VO}_{2\text{max}}$ con 35"-45" de recuperación parado (9.9 METs)
FCmax: 167/min



CONCEPTO • BIOLOGÍA

EPIDEMIOLOGÍA

FACTORES DE RIESGO

TRATAMIENTO

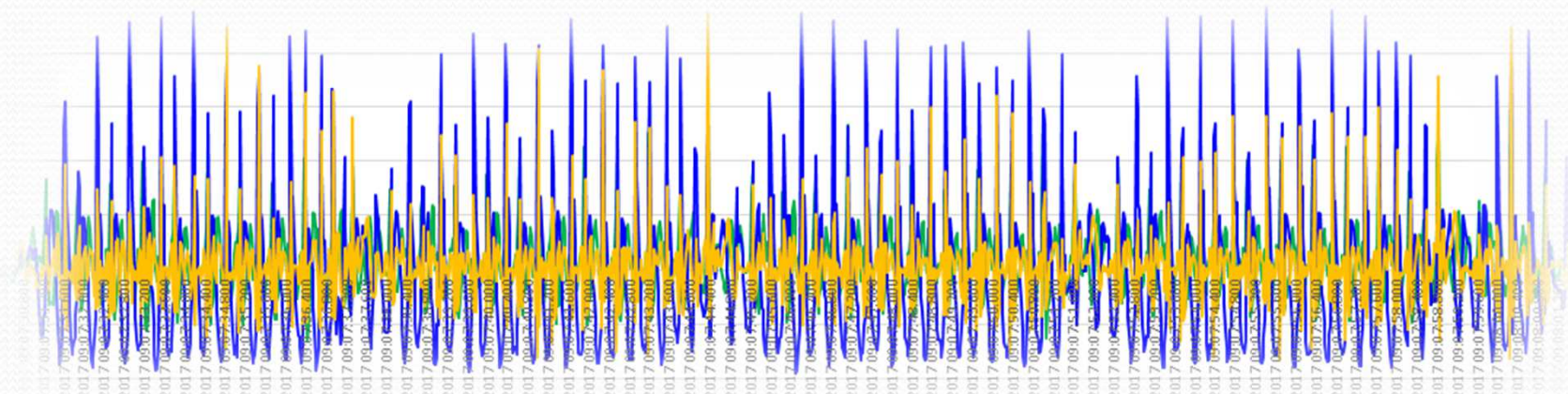
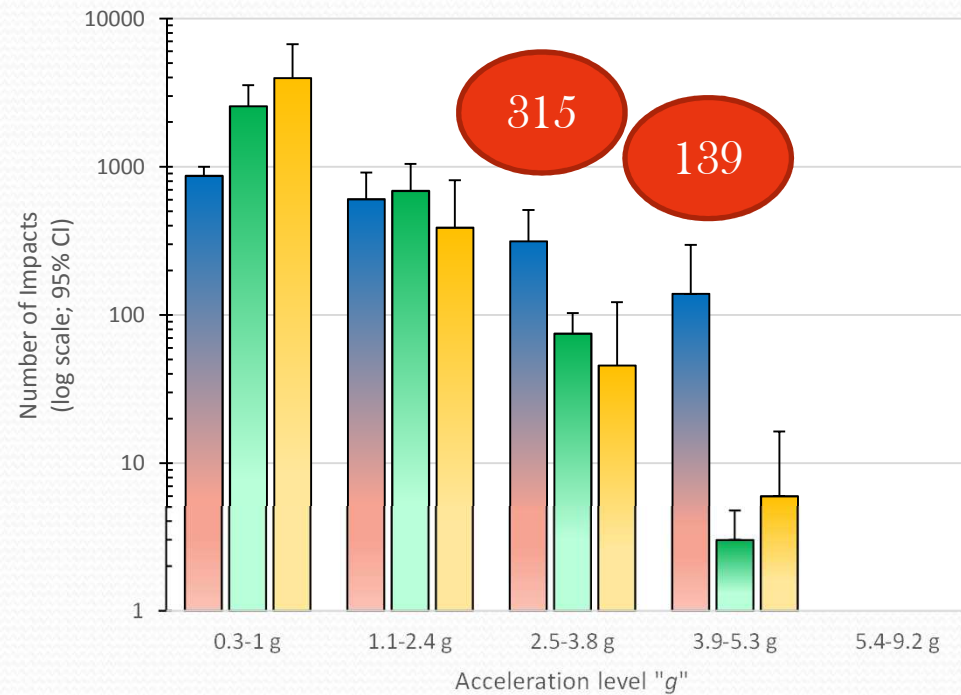
ACTIVIDAD FÍSICA

SECRECIÓN HORMONAL

ACELEROMETRÍA

DISEÑO PROGRAMA EF

OsteoMOD Interval Training 10km/h



CONCEPTO • BIOLOGÍA

EPIDEMIOLOGÍA

FACTORES DE RIESGO

TRATAMIENTO

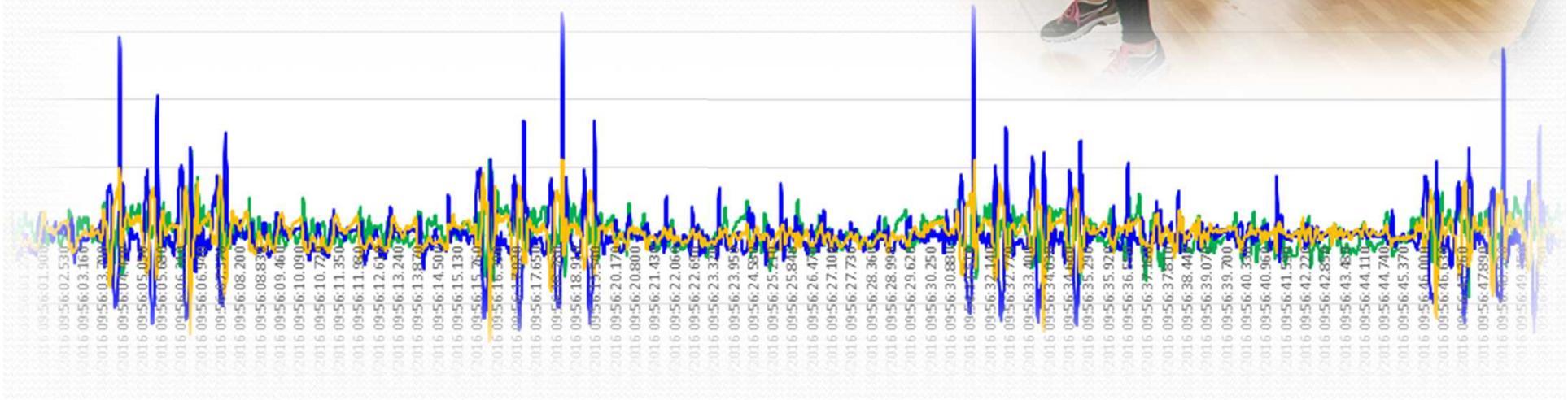
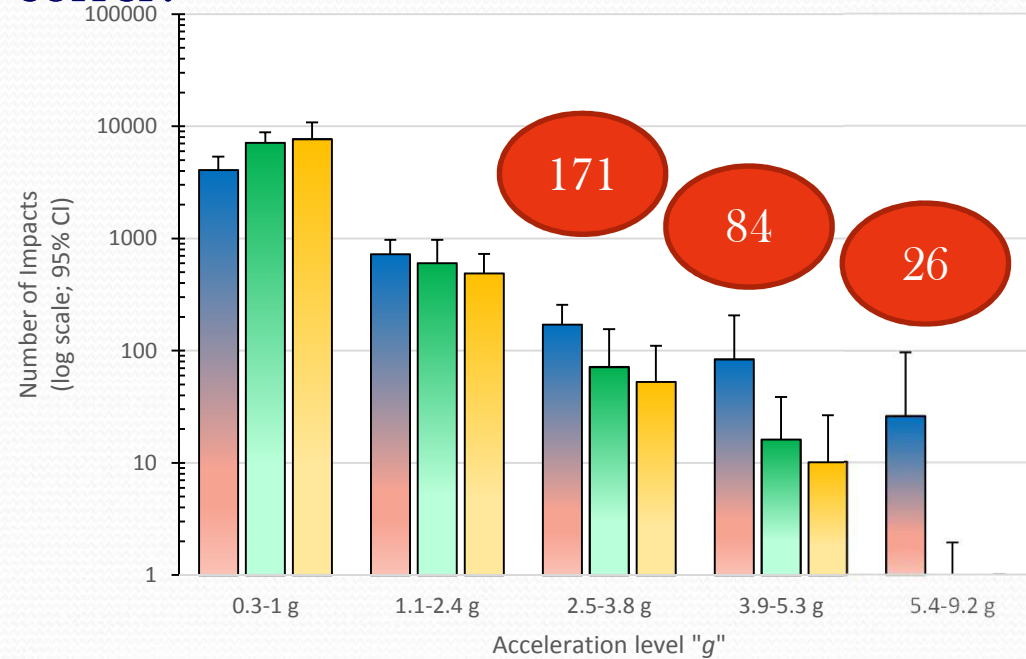
ACTIVIDAD FÍSICA

SECRECIÓN HORMONAL

ACELEROMETRÍA

DISEÑO PROGRAMA EF

Medición de la intensidad de los impactos con acelerómetros ¿caminar, saltar, correr?



En niños y adolescentes

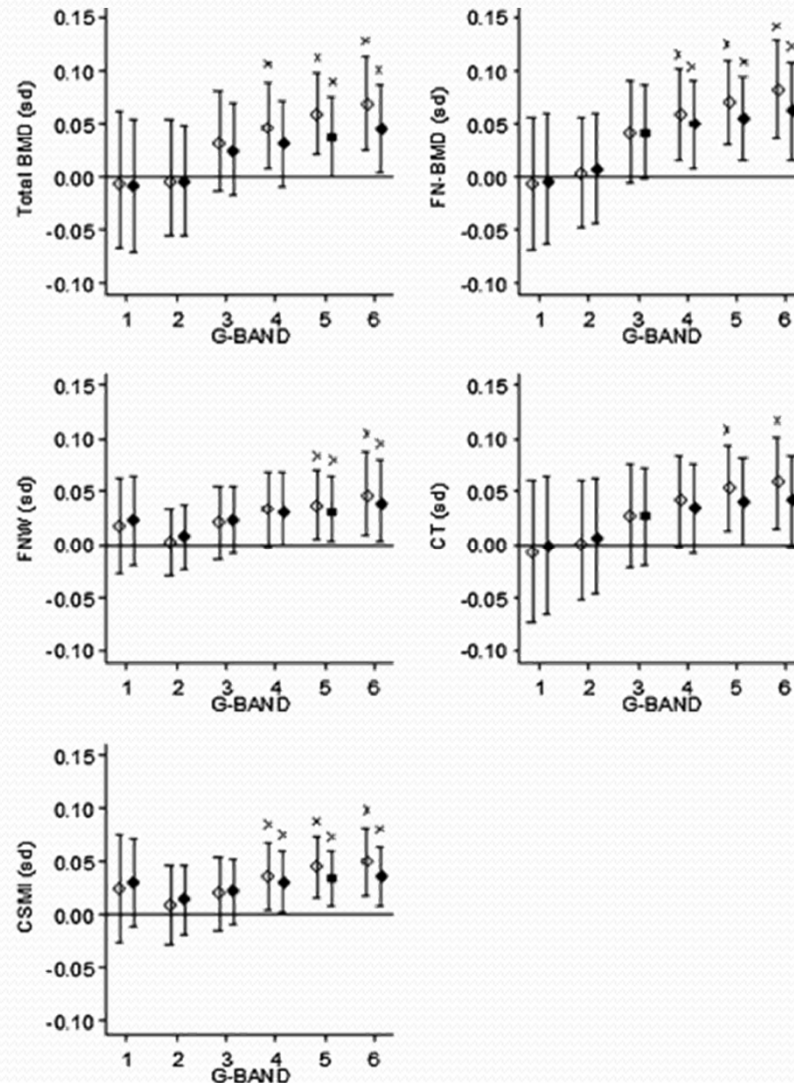
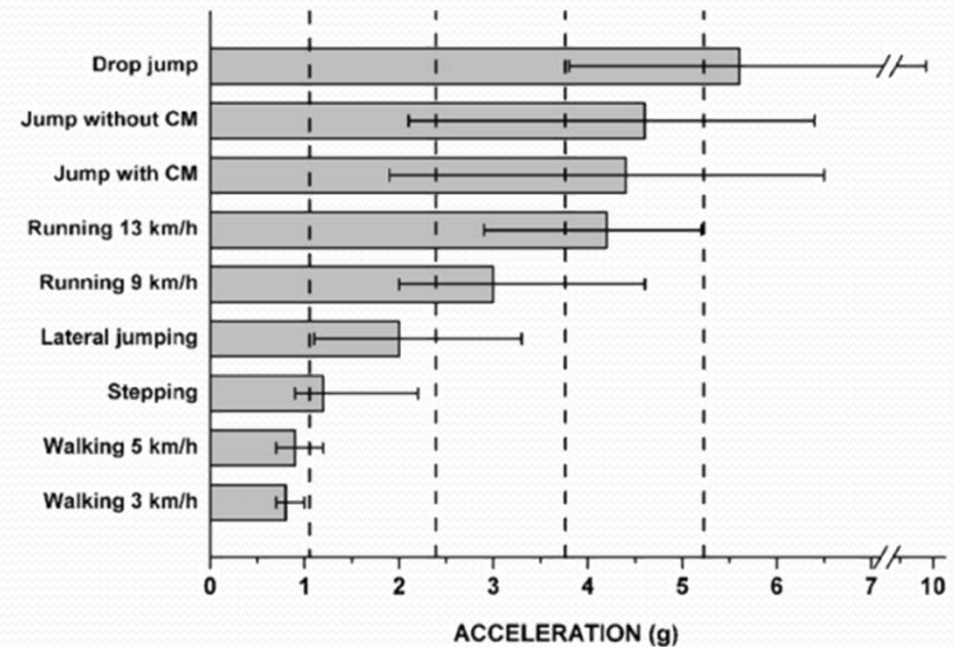
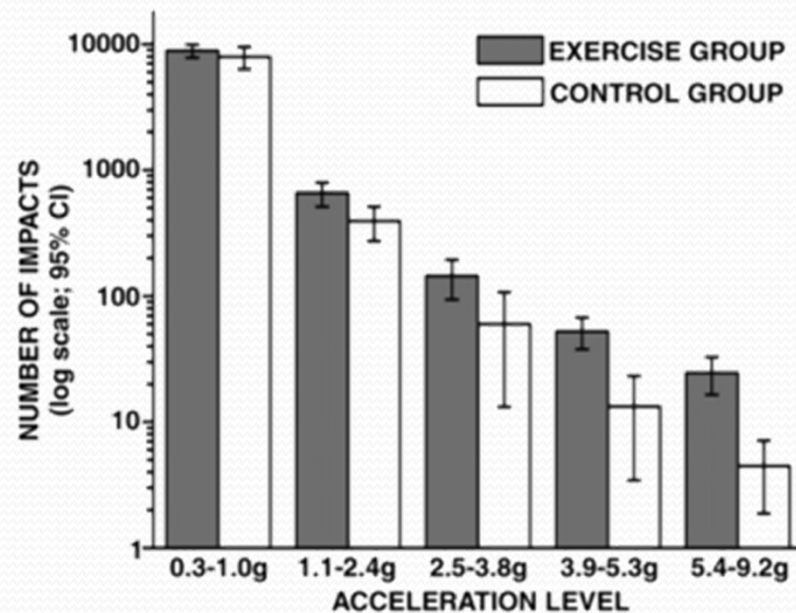


Fig. 1. Results of regression between number of impacts within different activity bands, and hip parameters, in 724 boys and girls combined. Data are shown as beta coefficients (change in SD per doubling in activity) with 95% confidence intervals, based on six different g bands (1 = 0.5–1.1g; 2 = 1.1–2.1g; 3 = 2.1–3.1g; 4 = 3.1–4.2g; 5 = 4.2–5.1g; 6 = > 5.1g) (bootstrap estimates derived from 1000 replicates). Total = total hip BMD; FN = femoral neck; FNW = femoral neck width; CT = cortical thickness; CSMI = cross sectional moment of inertia. x = $p < 0.05$. (○) Basic model (adjusted for age, height, and gender). (●) Additionally adjusted for fat and lean mass.

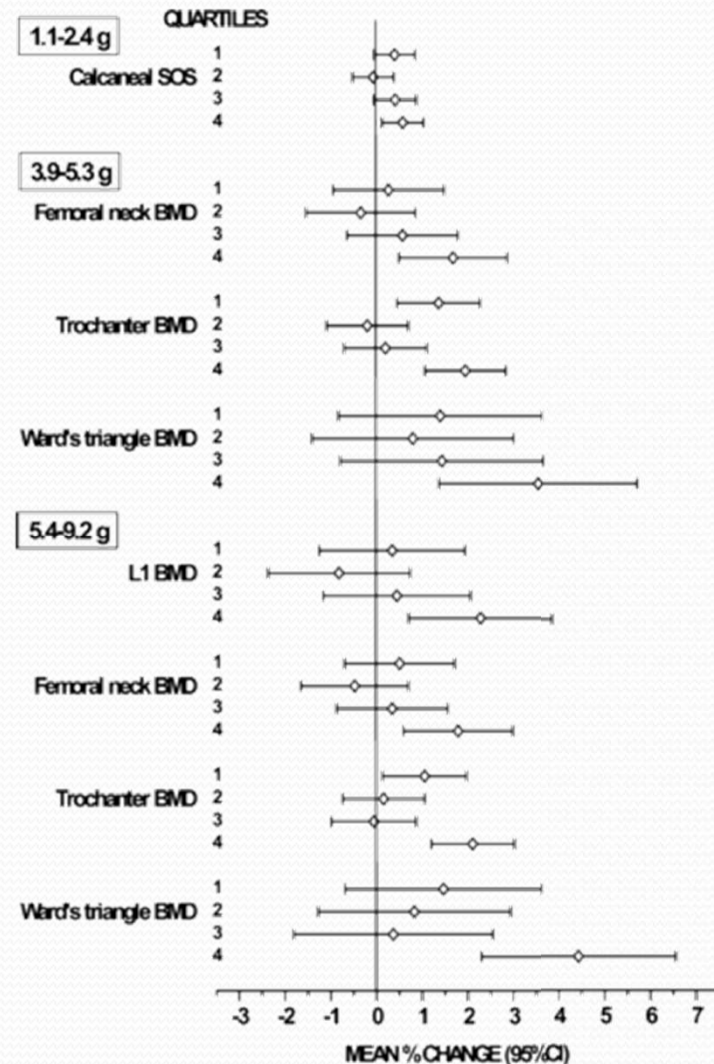
- n° de impactos **>4.2 g** (saltos o correr **>10km/h**) o VPA (**>6200 cpm** actigraph) positivo en la DMO de la cadera y masa ósea cortical en **adolescentes**. El n° de impactos a intensidades bajas (0.5-2.1 g) y moderadas (2.1-4.2 g) asociación negativa con la DMO de FN (Deere, Sayers, Rittweger, & Tobias, 2012).
- **Correr a 10km/h 500m/día** suficiente para mejorar la DMO del hueso

En mujeres pre-menopáusicas



Impact Training (jumps, stamping, step, running)
PreM W 1 (60') + 2.4 ses (10')/week (12 months)

En mujeres pre-menopáusicas

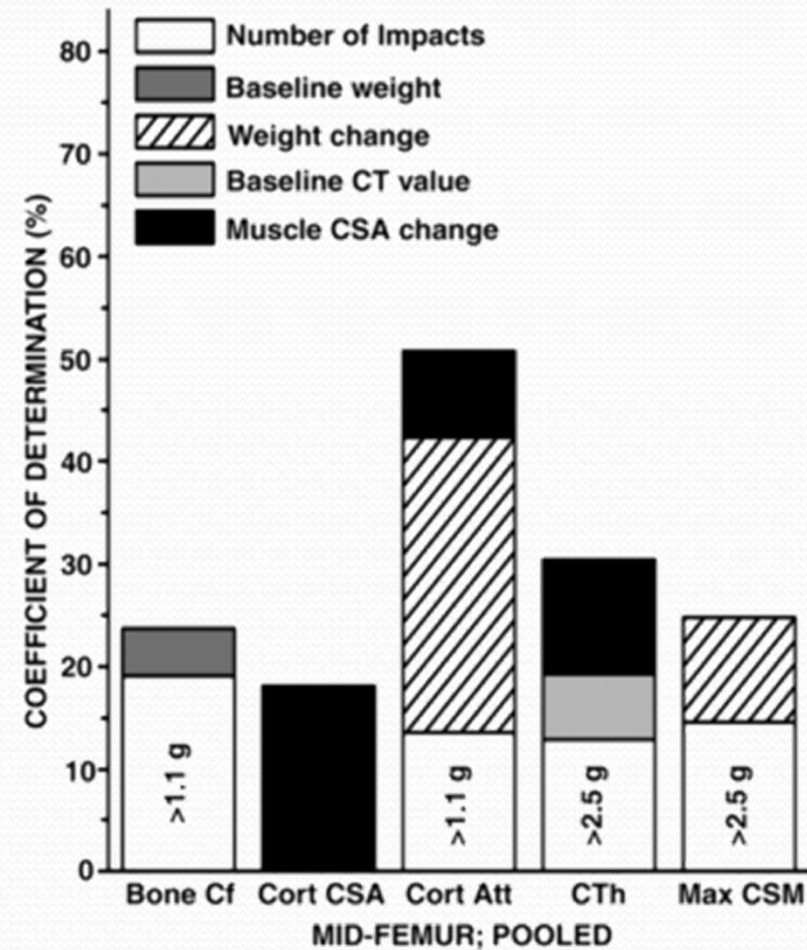
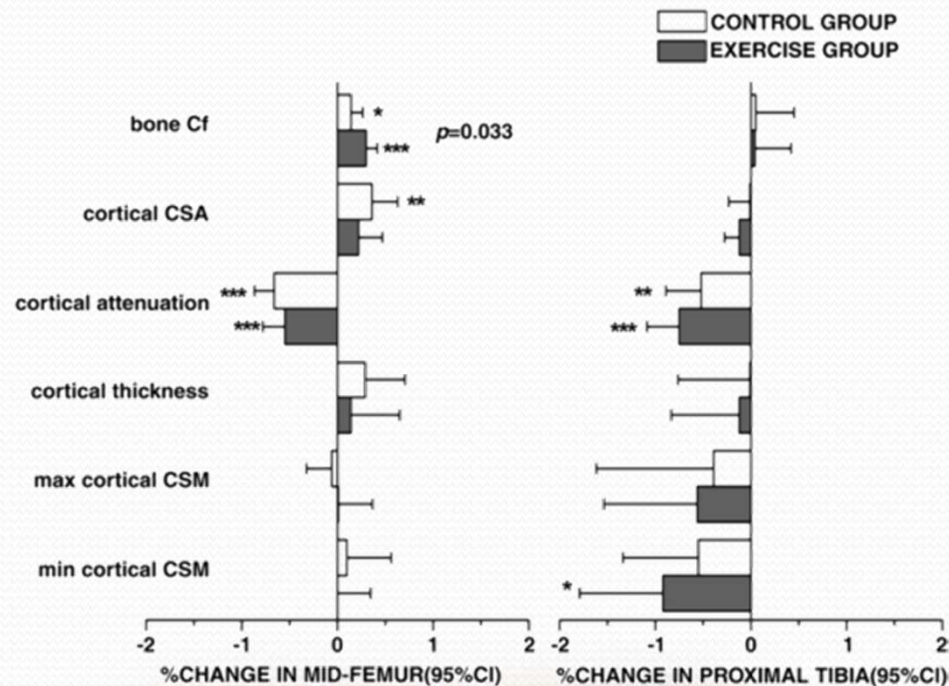


Cantidad de impactos **>3.9 g** correlaciones positivas con el cambio en la DMO del FN y LS respectivamente, tras 12 meses de ejercicio físico de impacto en **mujeres pre-menopáusicas**. **50-100** impactos multidireccionales a alta intensidad/día (Allison et al., 2015; Vainionpää et al., 2006).



Vainionpää et al. *Osteoporosis Int* 2006; 17: 455-463

En mujeres pre-menopáusicas



Vainionpää et al. *Bone* 2007; 40: 604-411
 Ahola et al. *BMC Musc Dis* 2009; 10:138

En mujeres pre-menopáusicas

Table 2: Correlation between the impact exercise at 0-3, 0-6 and 0-12 months and bone geometry changes

	Average daily numbers of impacts at different acceleration levels														
	0-3 months					0-6 months					0-12 months				
	0.3-1.0 g	1.1-2.4 g	2.5-3.8 g	3.9-5.3 g	5.4-9.2 g	0.3-1.0 g	1.1-2.4 g	2.5-3.8 g	3.9-5.3 g	5.4-9.2 g	0.3-1.0 g	1.1-2.4 g	2.5-3.8 g	3.9-5.3 g	5.4-9.2 g
Mid-femur															
Bone circumference	-0.02	0.17	0.07	0.22	0.45 ^(*)	0.01	0.21	0.35	0.37	0.45 [*]	0.04	0.23	0.39 [*]	0.41 [*]	0.45 [*]
Cortical CSA	0.08	0.37	0.35	0.35	0.28	0.06	0.33	0.26	0.41 ^(*)	0.39 ^(*)	0.12	0.36	0.26	0.41 ^(*)	0.43 [*]
Cortical attenuation	0.08	0.43 ^(*)	0.41 ^(*)	0.52 ^(*)	0.49 ^(*)	0.10	0.47 ^(*)	0.51 [*]	0.54 [*]	0.51 [*]	0.18	0.52 [*]	0.52 [*]	0.54 [*]	0.54 [*]
Max cortical CSMI	0.27	0.38 ^(*)	0.29	0.34	0.39 ^(*)	0.29	0.41 ^(*)	0.39 ^(*)	0.38 ^(*)	0.42 ^(*)	0.38 ^(*)	0.46 [*]	0.42 [*]	0.43 [*]	0.45 [*]
Cortical thickness	0.04	0.40 ^(*)	0.33	0.31	0.26	0.00	0.38 ^(*)	0.30	0.44 ^(*)	0.39 ^(*)	0.05	0.41 [*]	0.30	0.44 [*]	0.41 [*]

g acceleration of gravity (9.81 m·s⁻²), CSA cross-sectional area, CSMI cross-sectional moment of inertia.

* p < 0.05, after Benjamini-Hochberg correction for multiple comparisons.

(*) the association did not remain significant in multivariate regression models adjusted for impacts at later months and other confounding factors.
Pearson's correlation coefficients (r) between impact levels in 0-3, 0-6 and 0-12 months, and changes in cortical bone geometry measured with DXA.

Cambios en la geometría ósea con impactos de menor intensidad (1.1-3.9 g),

La respuesta osteogénica se satura durante el ejercicio prolongado. Descanso >4h dobla efectos de formación ósea y el 98% de la mecanosensibilidad vuelve tras 24h de descanso



Vainionpää et al. *Bone* 2007; 40: 604-411

Ahola et al. *BMC Musc Dis* 2009; 10:138

En mujeres post-menopáusicas con Artrosis de rodilla

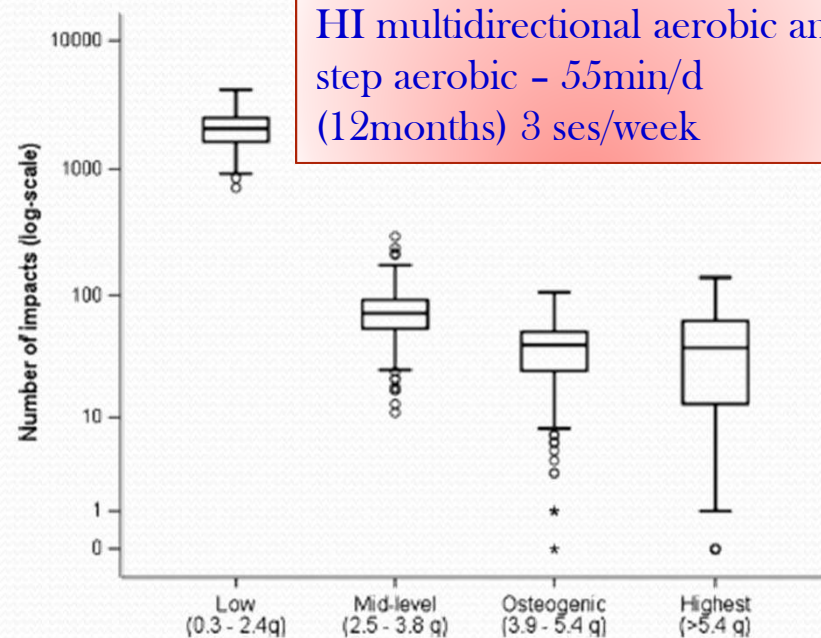


FIGURE 2—Number of impacts at four acceleration levels during the intervention. Bars indicate interquartile range. *Indicates zero acceleration (g) is equated to standing still and $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$.

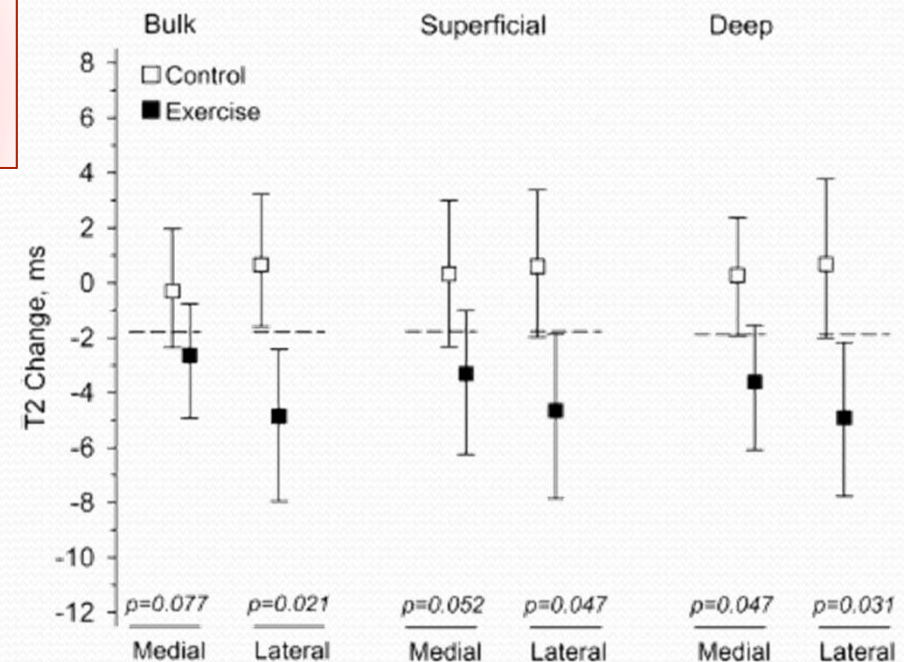


FIGURE 4—Group changes in T_2 relaxation time in different parts of patellar cartilage after the 12-month intervention. Bars indicate 95% CI.

Mejora de la calidad del cartílago rotuliano (contenido de agua y colágeno) con ejercicios de alto impacto

CONCEPTO • BIOLOGÍA

EPIDEMIOLOGÍA

FACTORES DE RIESGO

TRATAMIENTO

ACTIVIDAD FÍSICA

SECRECIÓN HORMONAL

ACELEROMETRÍA

DISEÑO PROGRAMA EF

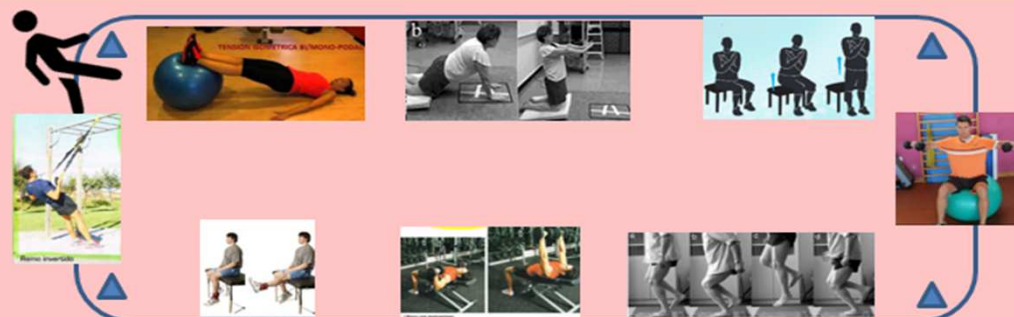
SESION DE EJERCICIO MULTICOMPONENTE OSTEOPENIA • OSTEOPOROSIS

Objetivo: 1) Mejora de la fuerza-masa muscular y generar tensiones medias-altas en los grandes grupos musculares (secreción de factores de crecimiento y miocinas osteogénicas)
 2) Generar unos impactos de media intensidad (1.5-3g) (rango de seguridad) a intensidades > umbral de lactato para provocar un aumento de hormonas anabólicas
 3) Mejora del equilibrio y prevención de caídas

Duración: 60'

Grupo muscular - Ejercicio		Rep.Graf.	Series	Rep.	Carac.Es	Descanso
ACTIVACIÓN Y EQUILIBRIO (10')	Equilibrio y movilidad • Por equipos todos en un círculo grande separados por un contrincante, pasar la pelota a compañero con bote en el medio 2 pelotas por equipo. Posición <u>cigüeña</u> manteniendo el equilibrio.		3	1'	-	15"
	Tensiones explosivas TS • En un espacio reducido (7.5x7.5m) un equipo trata de golpear a los contrincantes golpeando y manteniendo 3 globos en el aire. Un toque por jugador. El oponente golpeado se queda en el sitio a pata coja.		2	2'	-	30"
IMPACTO – SALTOS MULTIDIRECCIONAL (20')	Cruzar el río sallitos • Un equipo en cada extremo del río (aros). 2 de cada equipo en los laterales para lanzar balones y evitar que el equipo contrario llegue a la orilla del río. Para cruzar, hay que saltar con dos piernas de aro en aro hasta el otro lado para coger una carta (gana el que antes coge el AS)		2	3'	-	1'
	Aerobic con saltos multidireccionales • Lateral – salto lateral Doble – salto lateral <u>Step</u> – Salto a <u>step</u> y abajo <u>Step</u> Rodilla/brazo – Salto a <u>step</u> y abajo W – Saltos diagonales a cada lado Paso con sentadilla – Salto Baldosa		2	4'	-	1'

CIRCUITO FUERZA EXPLISIVA – IMPACTO Y AERÓBICO VII
 (25')
 Circuito con 8 postas en la que hacen un nº de reps determinado en cada posta con un **40-70%RM** y **50% del carácter del esfuerzo y ejecución rápida/explosiva** (Hacer la mitad de repeticiones en relación a las máxima posibles) + 1' caminar FC 110-120%LT **alrededor de 7km/h** (los más desaconicionados de forma interválica para no pasarse de FC y los de mejor capacidad aeróbica de continuo caminar o trote en función del riesgo de fractura) 50 metros de pista (20x5) = 26seg/vuelta o 2 vueltas en 56seg a 7km/h / 30seg rec. antes de posta



Start early and keep jumping lifelong

