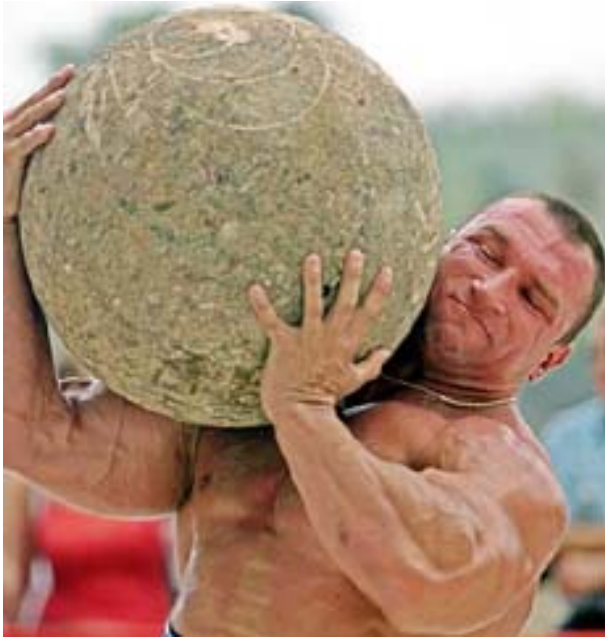


FUERZA

Klgo. Edgardo Opazo D.





FUERZA

○ Definición

- Capacidad motriz que permite vencer una resistencia u oponerse a ella mediante la utilización de la tensión de la musculatura
- Magnitud vectorial capaz de deformar los cuerpos (efecto estático), modificar su velocidad o vencer su inercia y ponerlos en movimiento si estaban inmóviles.



$$F = m \times a$$



TENSIÓN INTRAMUSCULAR

- La tensión se refiere al esfuerzo necesario del musculo para generar una cierta producción de fuerza.
- Como $F = m \times a$:
 - Magnitud de la carga
 - Aceleración transmitida
- Aumentar la carga peso o aceleración



FUERZA EL CENTRO DE TODO

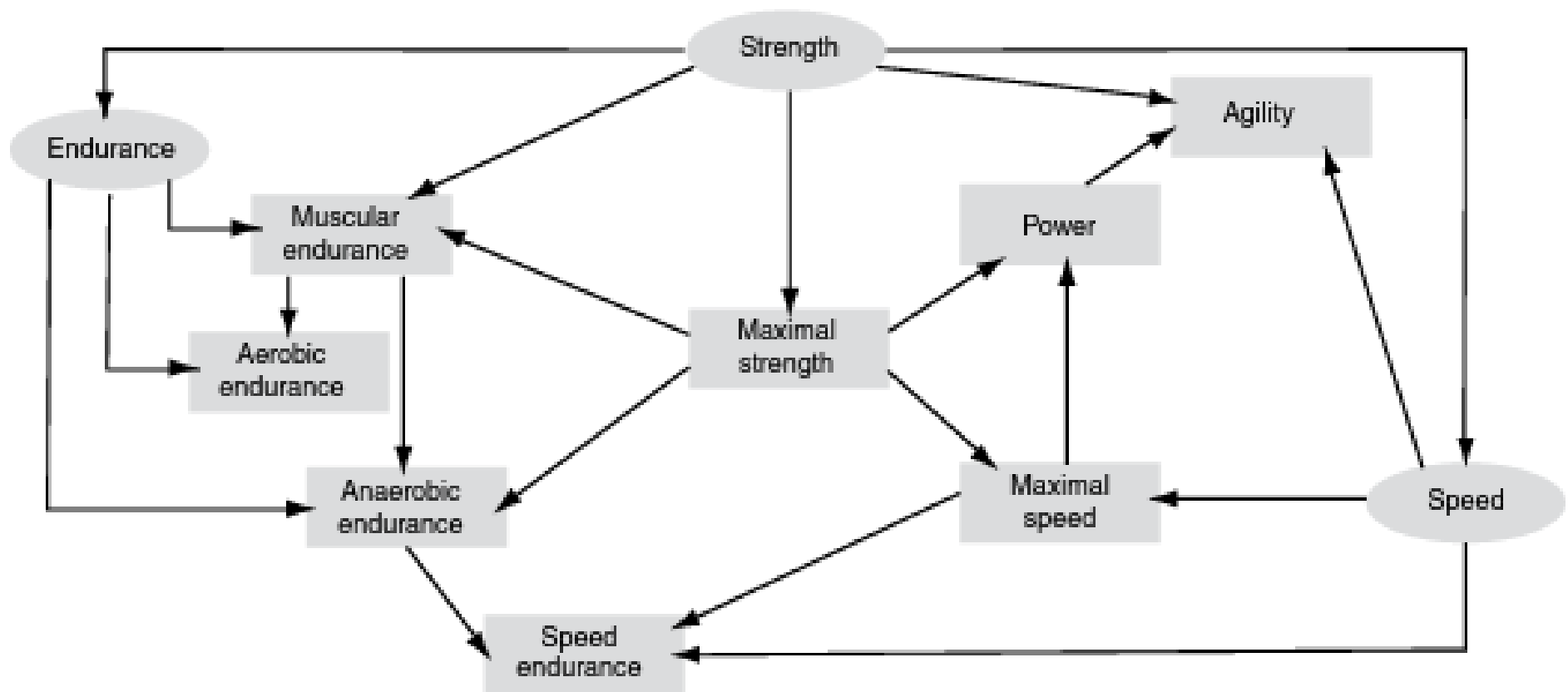
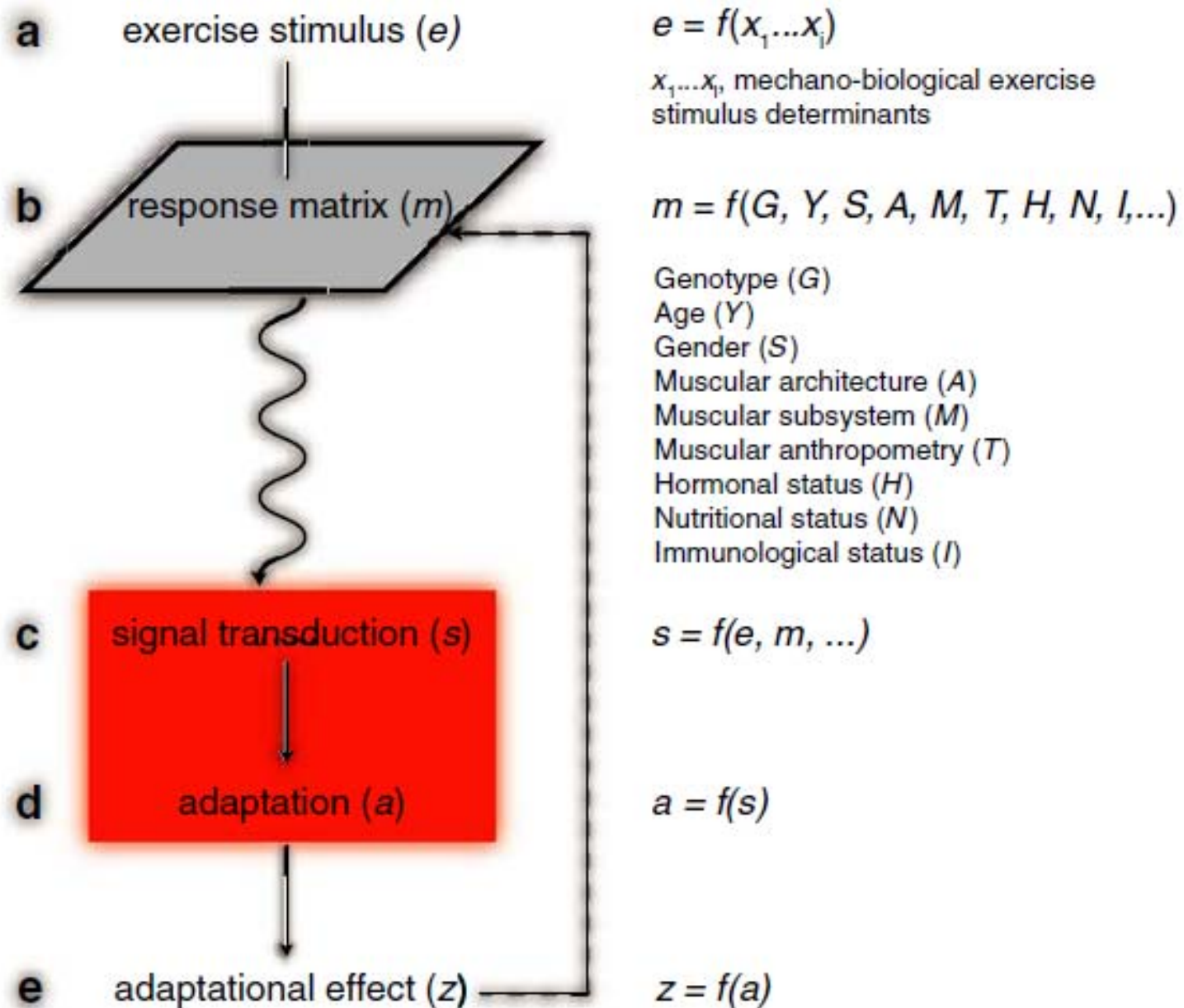


Figure 10.3 Interaction of biomotor abilities and various aspects of sport performance.



EVOLUCIÓN DE LA FUERZA

- Se desarrolla de manera paralela al aumento de las hormonas andrógenas

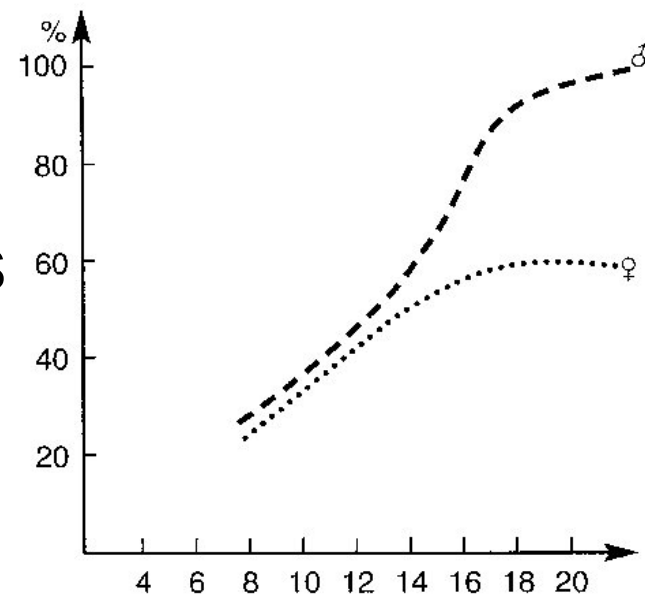


Figura 5. Progresión de la fuerza en la edad de la adolescencia en los dos sexos.

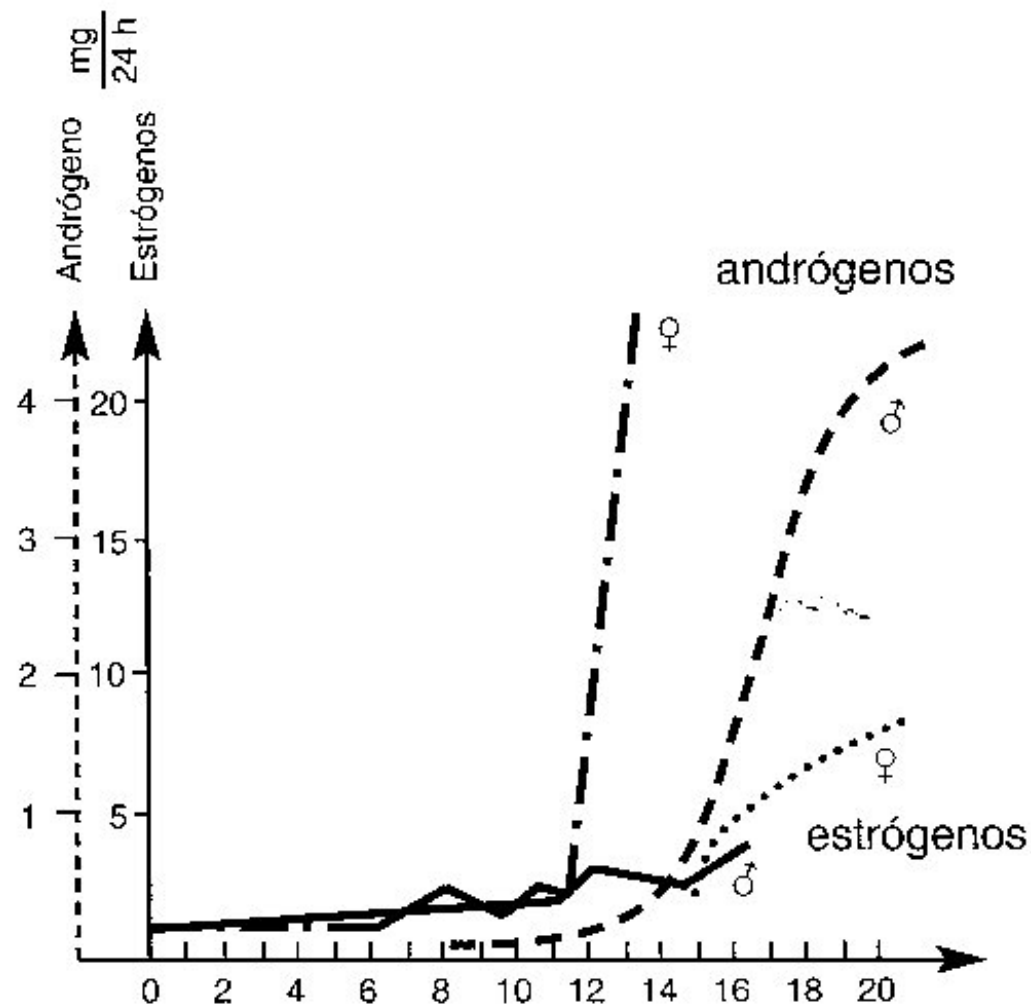


Figura 6. Secreción de andrógeno y de estrógeno con la edad: estrógeno según Nathanson, Townen y Aub; andrógeno según Hambürger, Malvorsen, Pedersen (cit. de Tanner, en Koinzer, 1978).

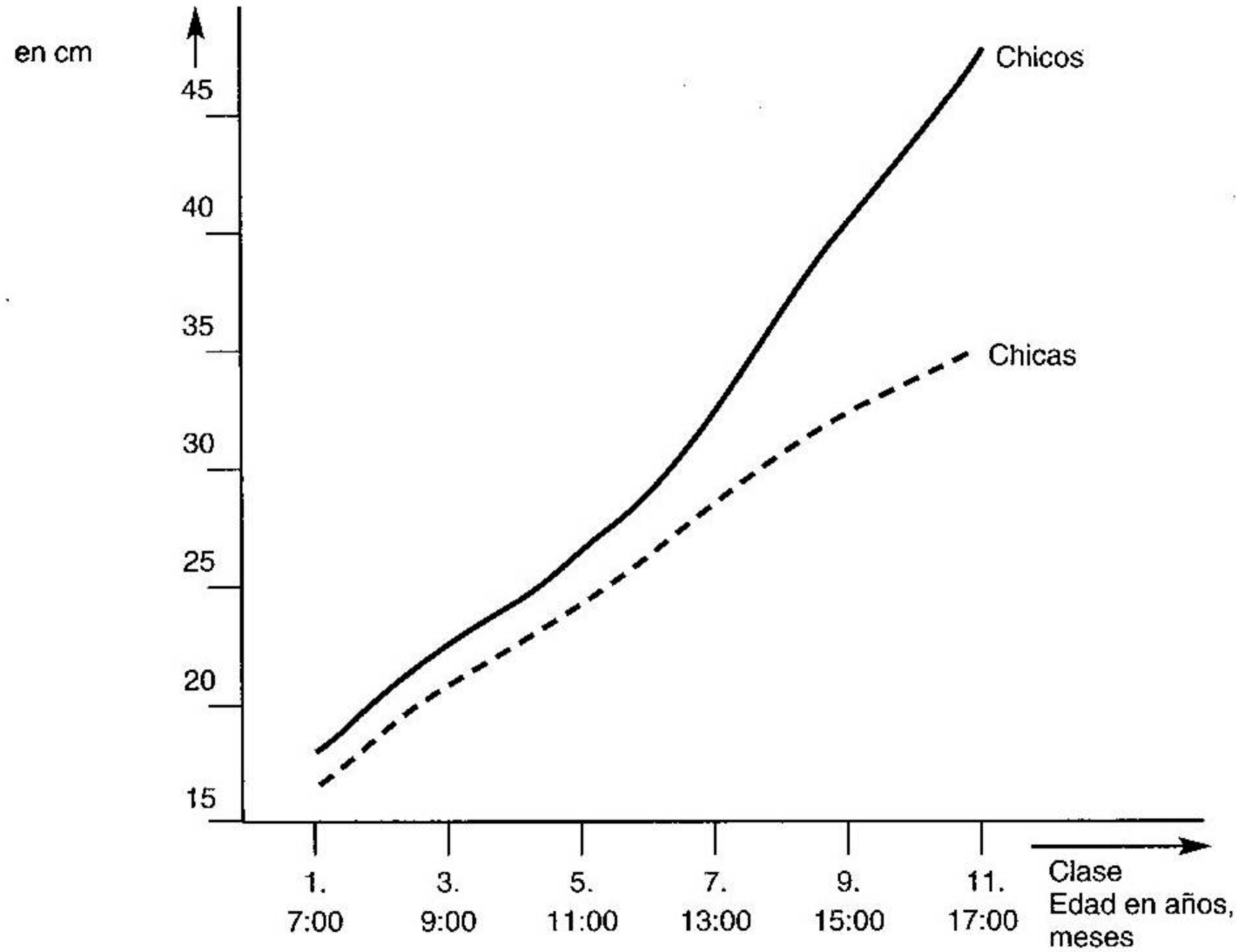


Figura 7. Evolución de la capacidad de salto vertical de los 7 a los 17 años (según Stemmler).



FUERZA Y ESTATURA

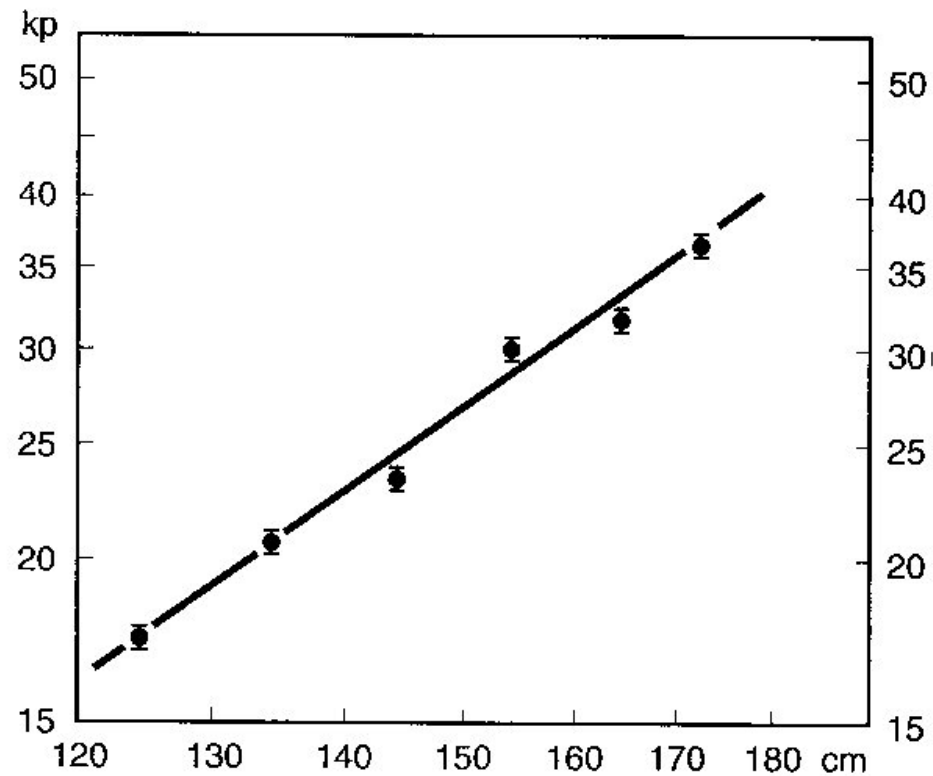


Figura 10. Fuerza muscular en una tracción hacia abajo con la mano derecha por encima del hombro y con el codo doblado a 90°. Sujetos de sexo femenino (adolescentes). Coordenadas logarítmicas. En la ordenada, kp, en la abscisa, la altura (de Asmussen y otros, 1959, en Malina, 1973).

FUERZA MUSCULAR Y PESO CORPORAL

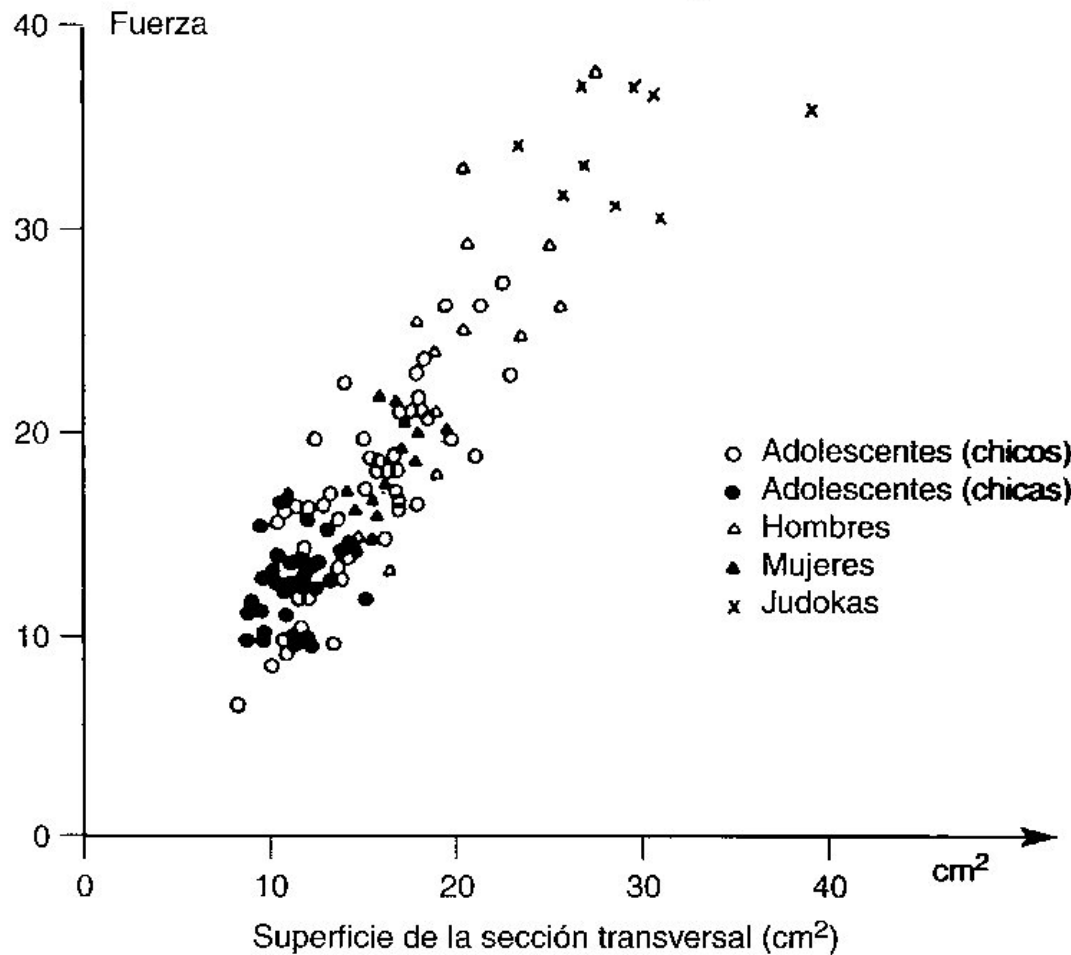


Figura 8. Correlación entre fuerza muscular y sección transversal de los miembros inferiores en tensiones isométricas (Ikai, Fukunaga, 1968).

Relación $\frac{\text{Fuerza}}{\text{Peso}}$

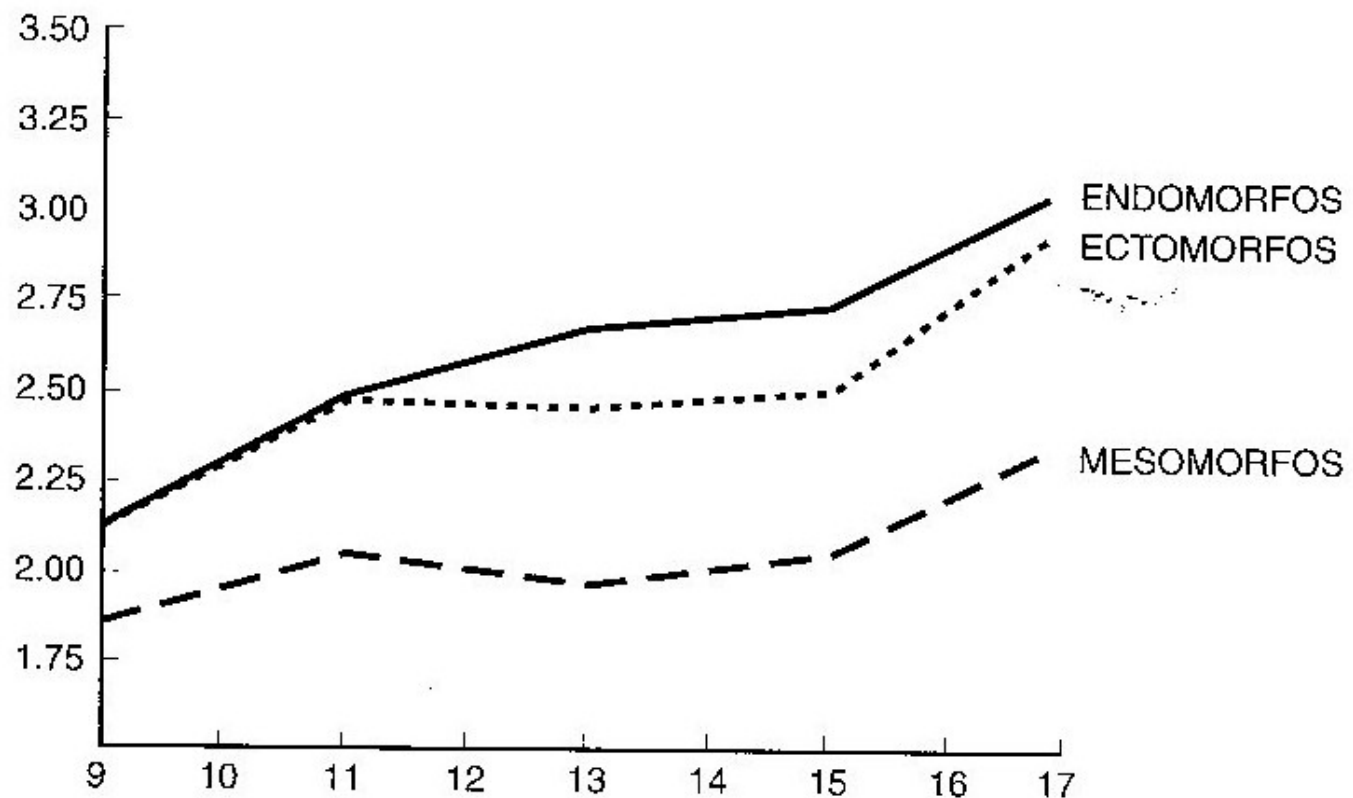


Figura 11. Relación lineal fuerza-peso en individuos masculinos adolescentes agrupados en categorías (los valores de la fuerza son el resultado de la suma de distintos ejercicios). Línea continua: endomorfos; línea con guiones largos: mesomorfos; línea con guiones cortos: ectomorfos.

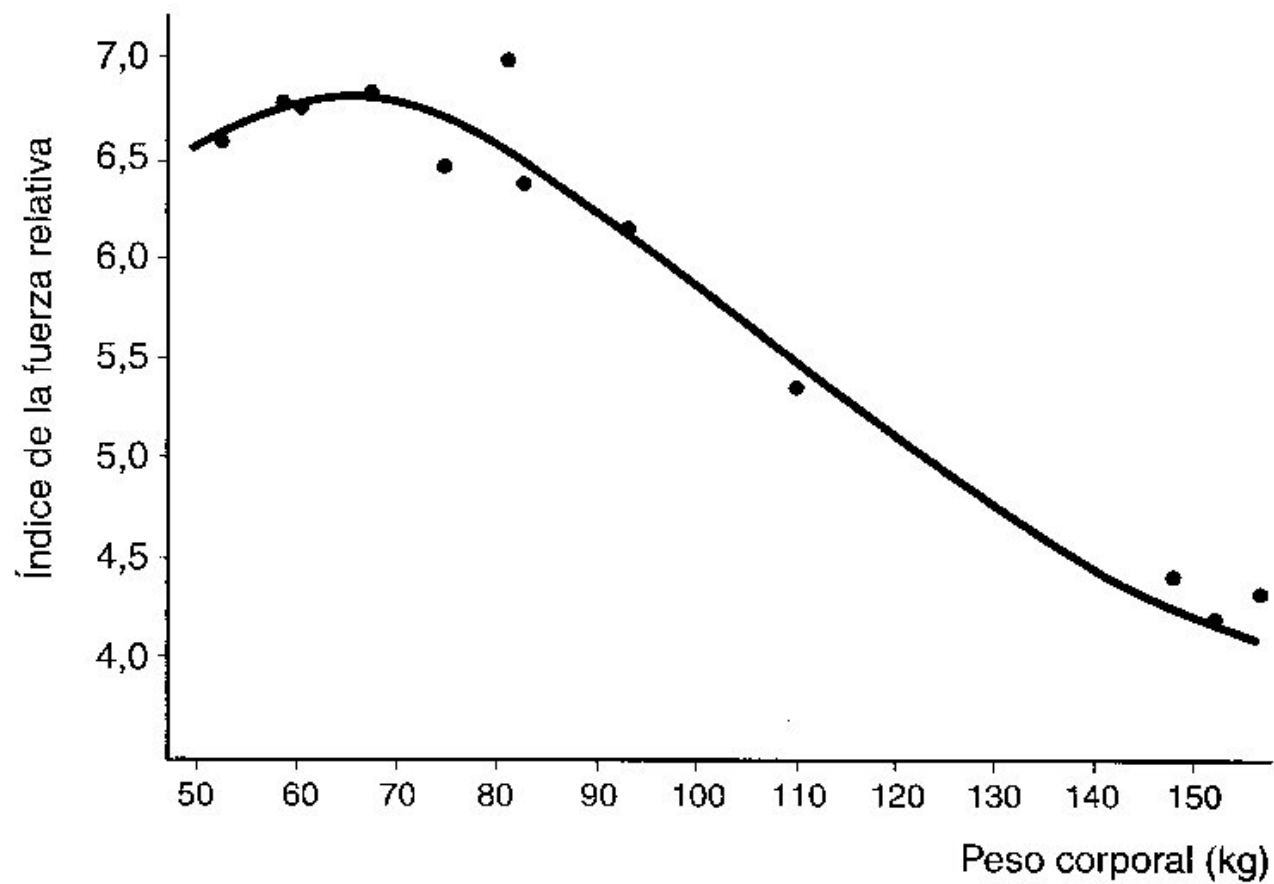


Figura 13. Variación del índice de fuerza relativa y peso corporal en levantadores de peso (según Wazny).

CURVA FUERZA VELOCIDAD

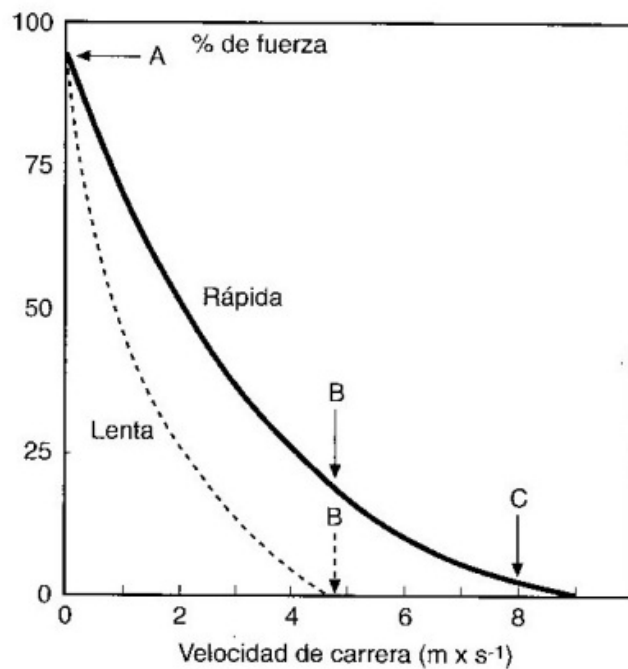


Figura 16. Ejemplo de la relación fuerza-velocidad en los tipos lentos y rápidos (Bosco, 1983).

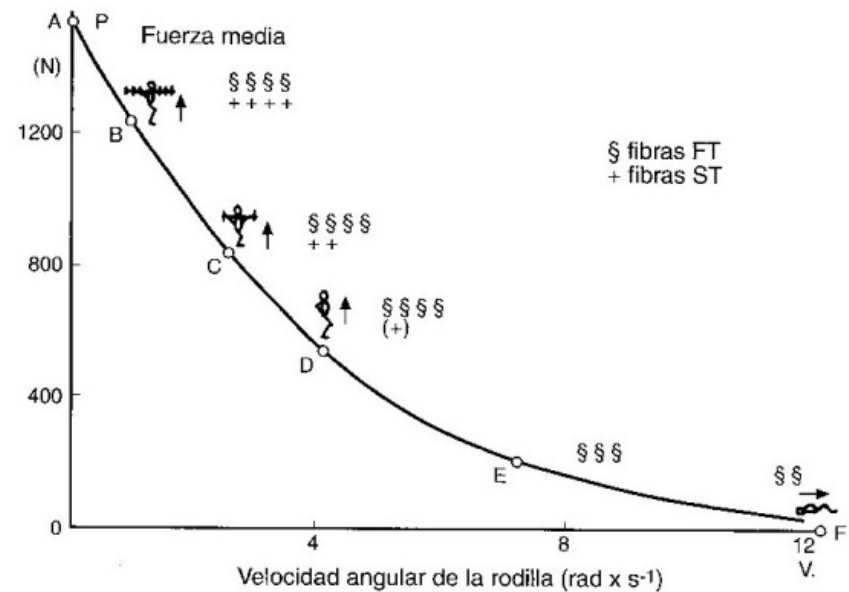


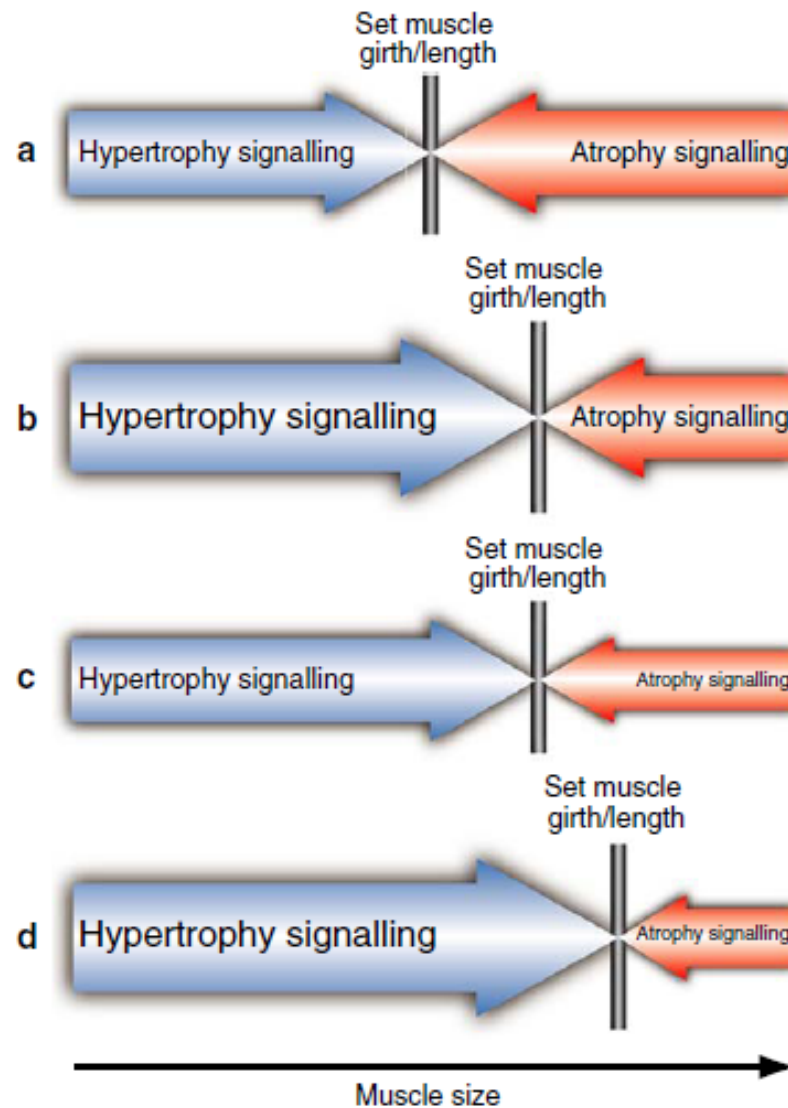
Figura 17. Relación entre la fuerza media y la velocidad angular de la rodilla. El modelo de comportamiento de las fibras veloces (FT) y de las fibras lentas (ST) también se indica según el punto de vista del autor (Bosco, 1983).

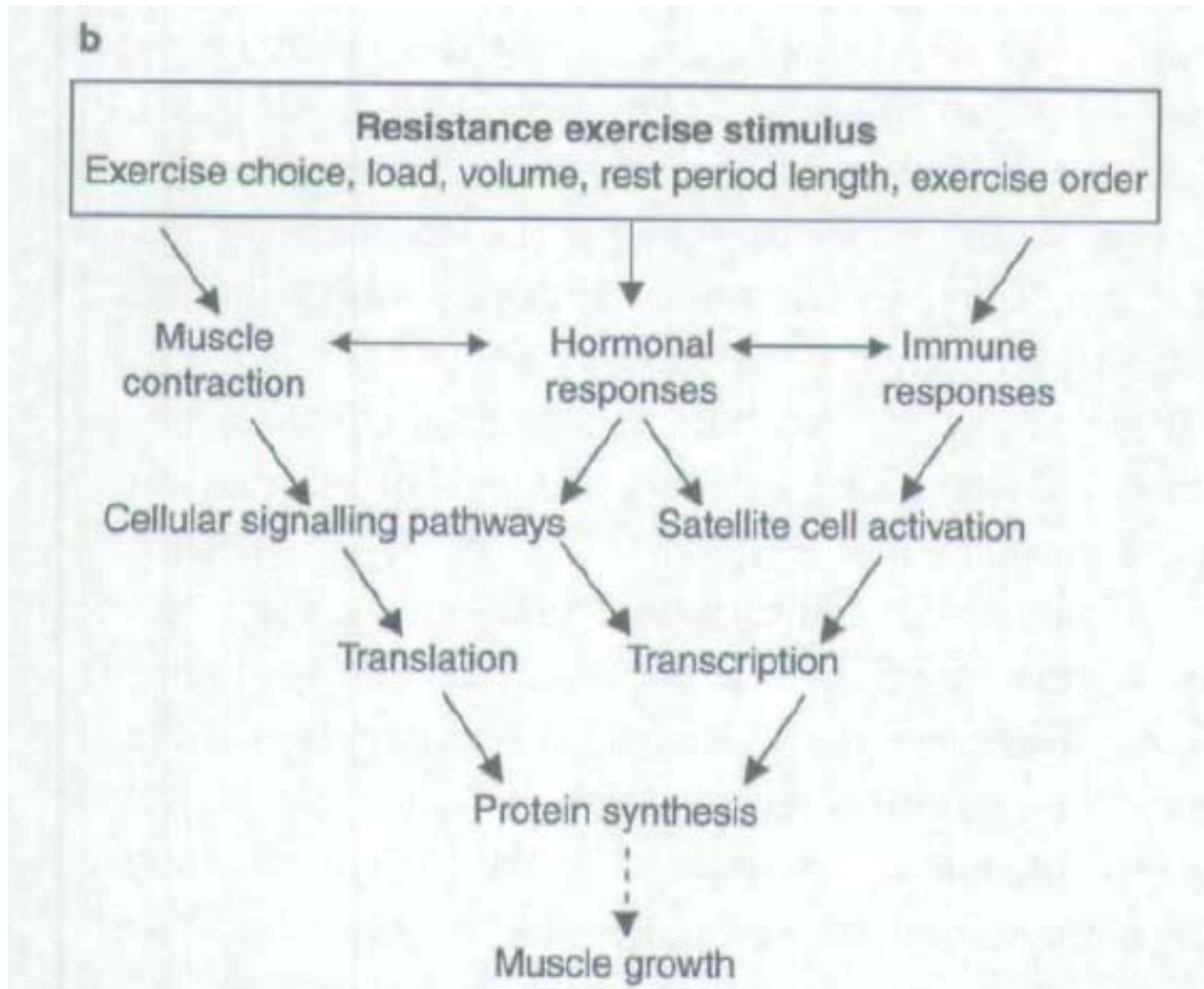
CRECIMIENTO MUSCULAR RADIAL

- Pero si es estimulado crece. 35% en 7 dias en rata inmovilizada en extensión. Goldspink et al. 1992
- Hipertrofia y la atrofia muscular son procesos opuestos afectos al mismo estimulo mecánico
- Que gatilla procesos anabólicos y catabólicos en la musculatura



HIPERTROFIA V/S ATROFIA





EJERCICIO DE FORTALECIMIENTO

1. Activación muscular
2. Eventos señal
 1. Deformación mecánica
 2. Hormonas
 3. Respuesta inmune/inflamatoria
3. Síntesis de proteínas
4. Hipertrofia



ACTIVACIÓN MUSCULAR

- Unidades motoras
- Principio de Henneman
 - Unidades pequeñas
 - Unidades grandes
- Umbral de activación de fibras musculares



UNIDADES MOTORAS

- Solo las unidades motoras reclutadas responderán y se adaptarán
- Cargas altas, velocidades altas y/o fatiga muscular es necesario para activar fibras tipo II
- Fibras tipo I y II tienen distintas señales de respuesta a la contracción muscular
- Las fibras tipo II tienen mayor capacidad de hipertrofia que las I
- Diferentes músculos tienen distinta distribución de fibras tipo I y II



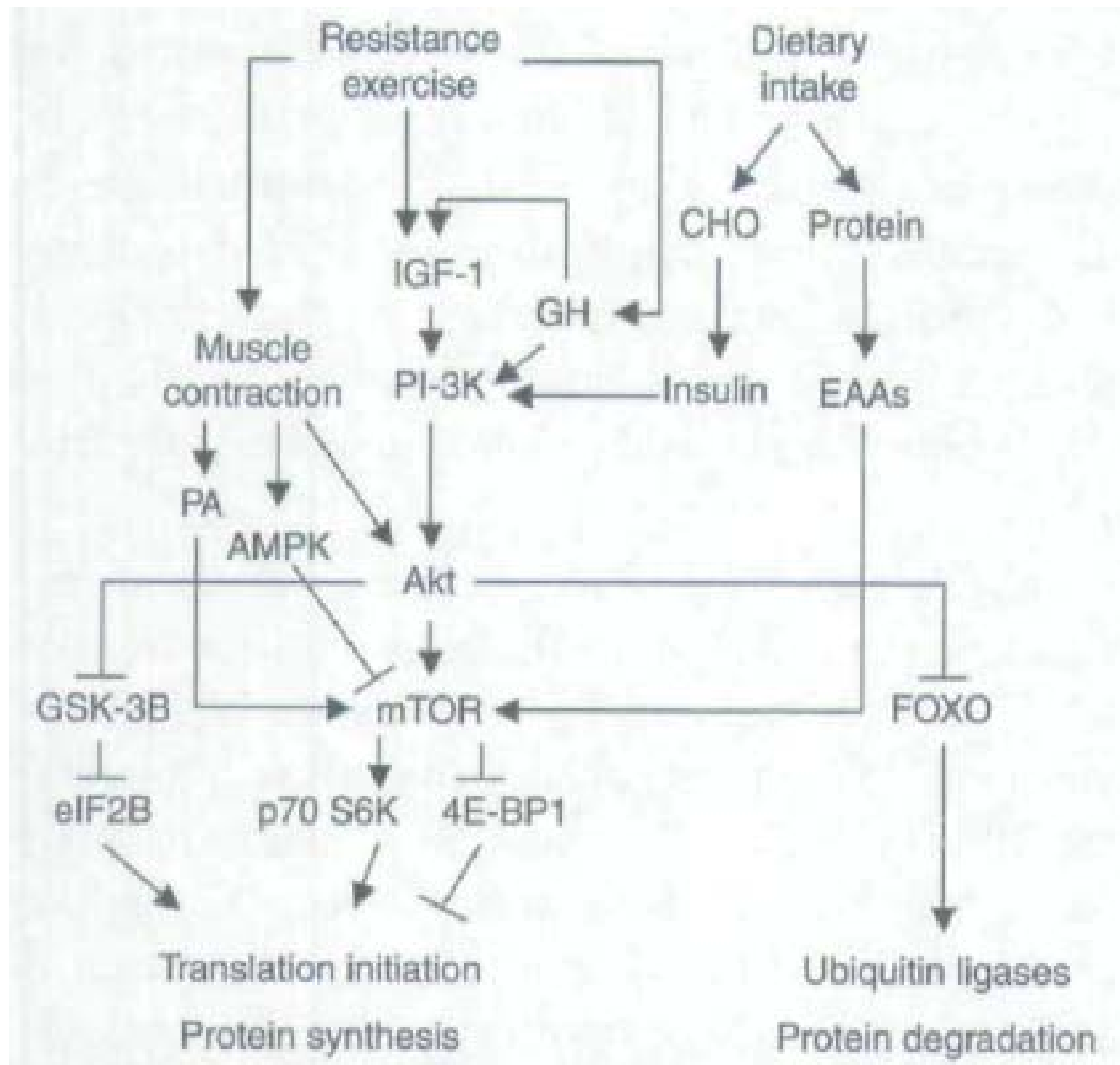
SISTEMA NERVIOSO Y PRODUCCIÓN DE FUERZA

- « Sus músculos tienen ya la fuerza para levantar un automóvil, aunque todavía no lo saben»
Tsatsouline, 2000



- La fuerza se provoca por la sincronización de las unidades motoras en un 50-80% y el resto por la frecuencia de descarga nerviosa
- Las unidades motoras lentas tienen umbrales a menores frecuencias de descarga y las UM rápidas a frecuencias mayores



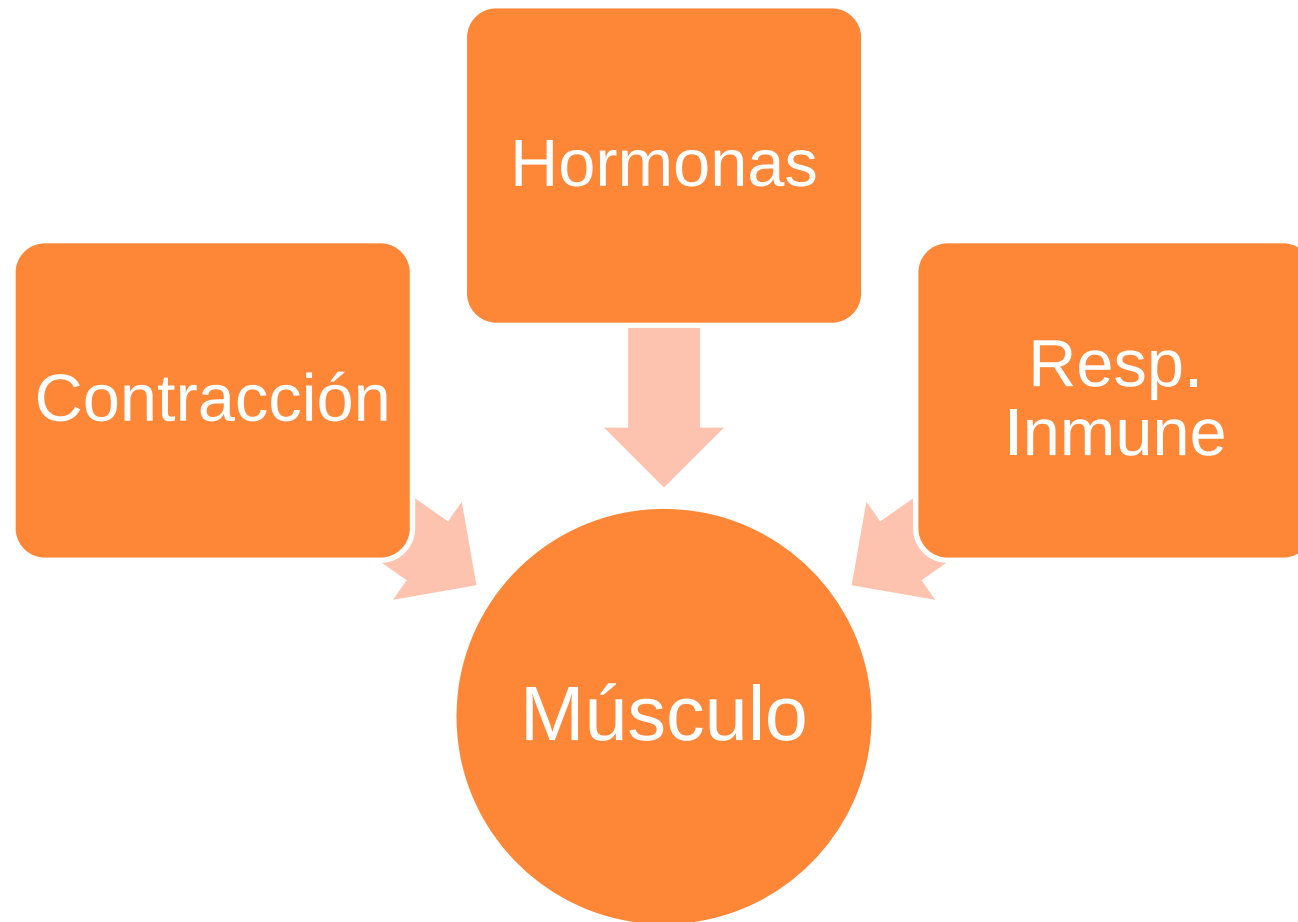


GANANCIA DE FUERZA

1. Aumento de la masa (hipertrofia)
2. Mejoras coordinación intramuscular (reclutamiento)
3. Mejoras en la coordinación intermuscular (agonista-antagonista)



CRECIMIENTO MUSCULAR



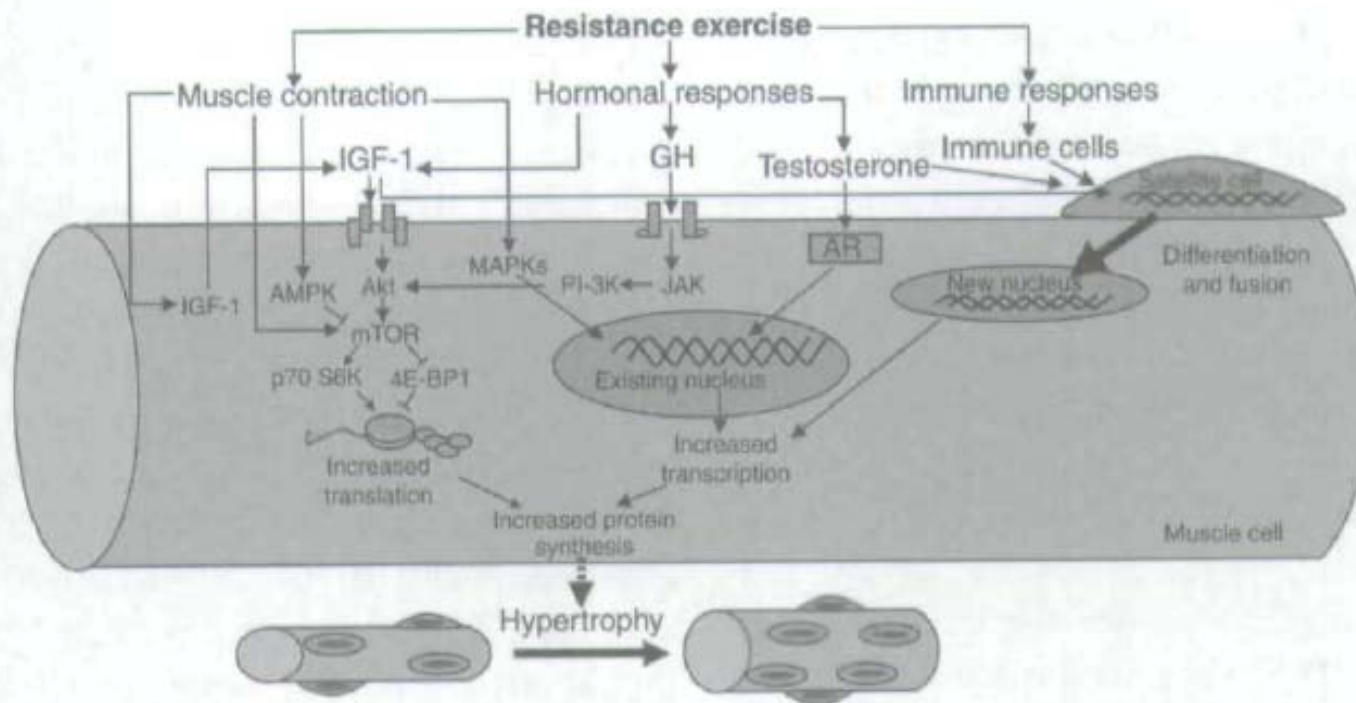


Fig. 3. Summary of the signalling responses to resistance exercise. Resistance exercise stimulates muscle fibre contraction and evokes endocrine and immune responses. These various signals stimulate transcription and translation and, over time, muscle hypertrophy. Corresponding increases in satellite cell-derived myonuclei accompany muscle fibre hypertrophy. **4E-BP1** = eukaryotic initiation factor 4E binding protein-1; **Akt** = protein kinase B; **AMPK** = adenosine monophosphate-activated protein kinase; **AR** = androgen receptor; **GH** = growth hormone; **IGF-1** = insulin-like growth factor-1; **JAK** = janus kinase; **MAPKs** = mitogen-activated protein kinases; **mTOR** = mammalian target of rapamycin; **PI-3K** = phosphatidylinositol-3 kinase; **p70 S6K** = 70 kDa ribosomal protein S6 kinase.

Table 1. Summary of findings from research performed by Wong and Booth.^[78-80] These studies investigated the effects of muscle action, exercise volume and exercise load on protein synthesis and hypertrophic responses to electrically induced resistance exercise in rats

Muscle group	Muscle action	Volume: total reps (sets × reps)	External load [g] (relative intensity)	Rest periods	Protein synthetic response to an acute bout	Hypertrophic response to chronic training (20 sessions)
Gastrocnemius	Concentric	24 (6 × 4)	0 (~27% max)	5 min between sets, 20 sec between reps	NM	↔
	Concentric	24 (32 × 6)	500 (~56% max)	5 min between sets, 20 sec between reps	↔	↑
	Concentric	192 (32 × 6)	0 (~27% max)	30–60 sec between sets, 10 sec between reps	↑	↔
	Concentric	192 (32 × 6)	800–1100 (70–90% max)	30–60 sec between sets, 10 sec between reps	↑	↔
Tibialis anterior	Eccentric	24 (6 × 4)	0 (~400% max)	5 min between sets, 20 sec between reps	NM	↑
	Eccentric	24 (6 × 4)	500 (~400% max)	5 min between sets, 20 sec between reps	↑	↑
	Eccentric	192 (32 × 6)	0 (~400% max)	30–60 sec between sets, 10 sec between reps	↑	↑
	Eccentric	192 (32 × 6)	800–1100 (~400% max)	30–60 sec between sets, 10 sec between reps	↑	↑

Max = maximum; **NM** = not measured; **reps** = repetitions; ↑ indicates significant increase; ↔ indicates no significant change.

RESPUESTA HORMONAL

- Mediada básicamente por 3 hormonas:
 - Hormona del crecimiento (GH)
 - IGF-1
 - Testosterona
- Efecto anabólico
- Dosis de estimulación



HANSEN ET AL, 2001

- Trabajo muscular para extremidad superior durante 9 semanas
- 2 grupos
- 9% de mejora v/s 37% mejora
- Niveles de hormona circulante



ACCIONES

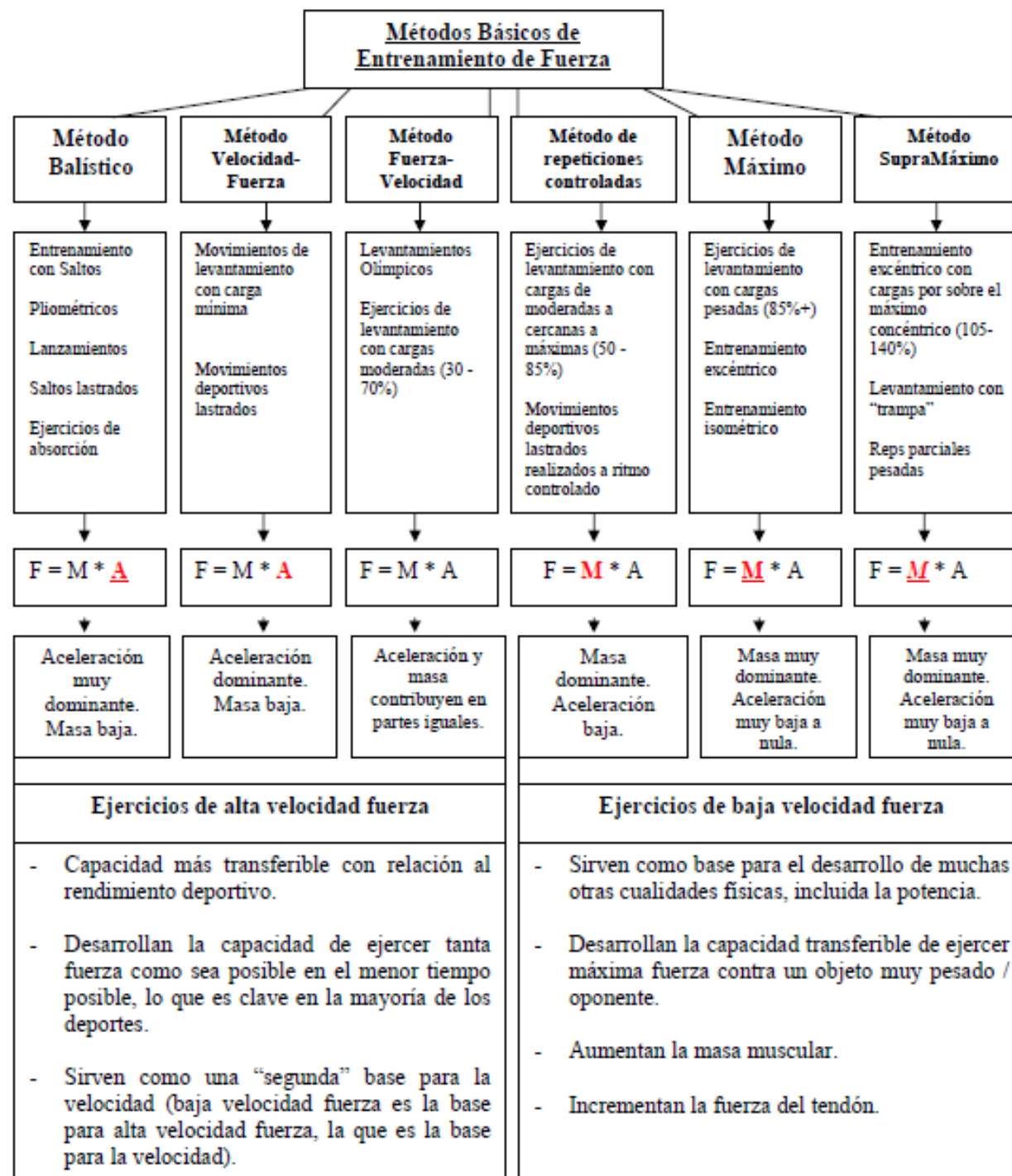
- GH
 - Aumenta eficiencia traduccional
 - Aumenta síntesis proteica
- IGF-1
 - Estimula la hipertrofia
 - Estimula la diferenciación y especialización de células satélite
- Testosterona
 - Expresión de genes andrógenos
 - Aumenta la cantidad de células satélite

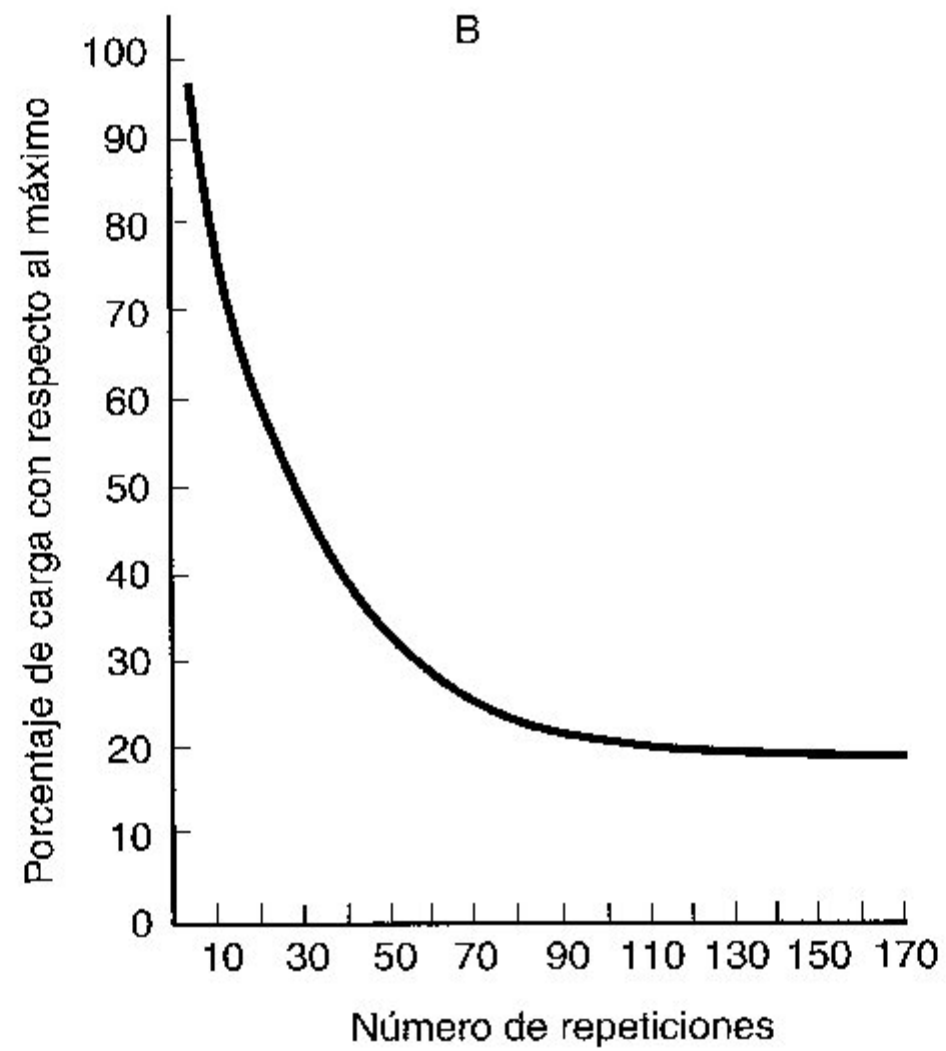


TIPOS DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA

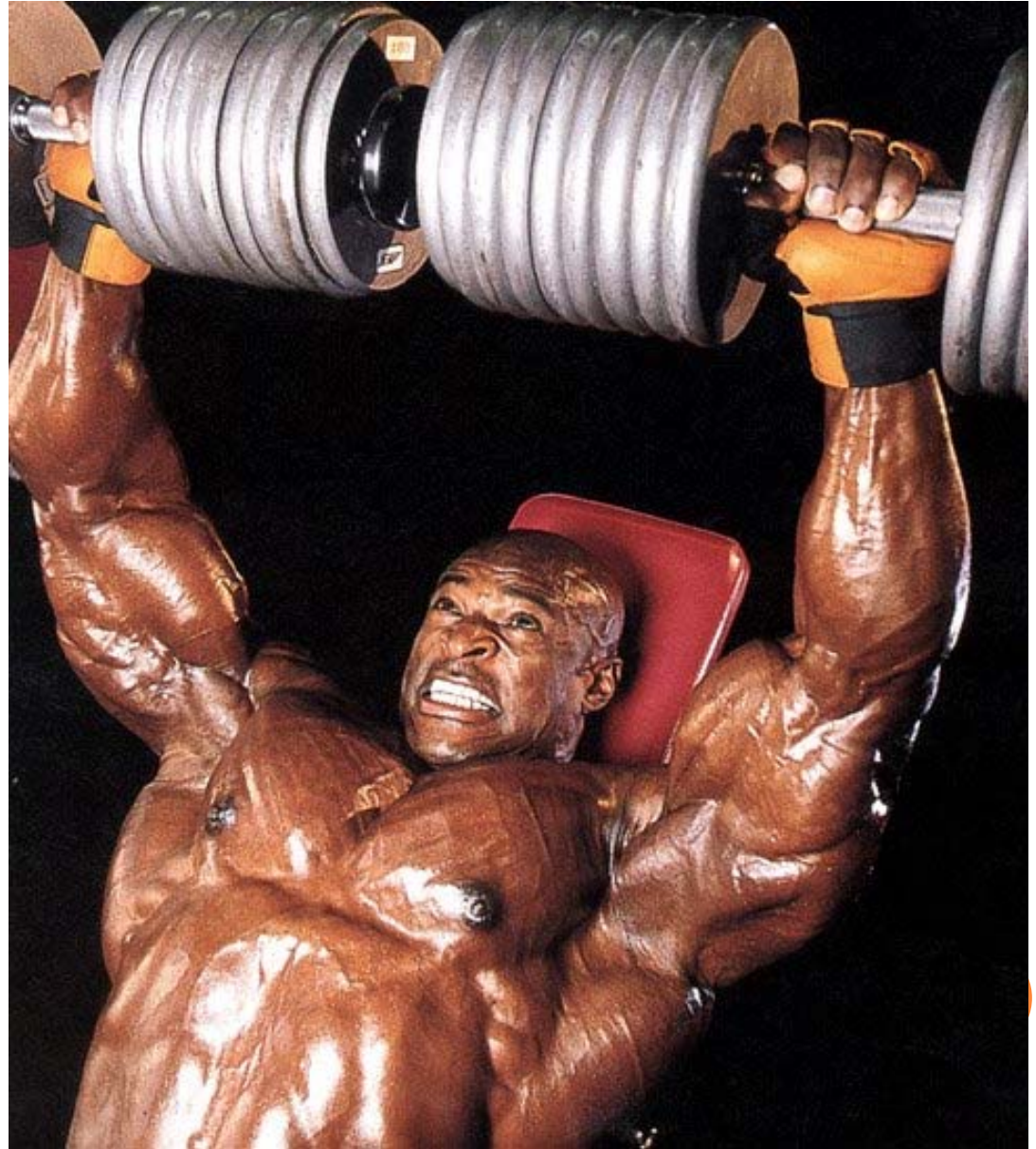
- Fuerza máxima
- Fuerza veloz
- Hipertrofia
- Fuerza Resistencia







INTENSIDAD



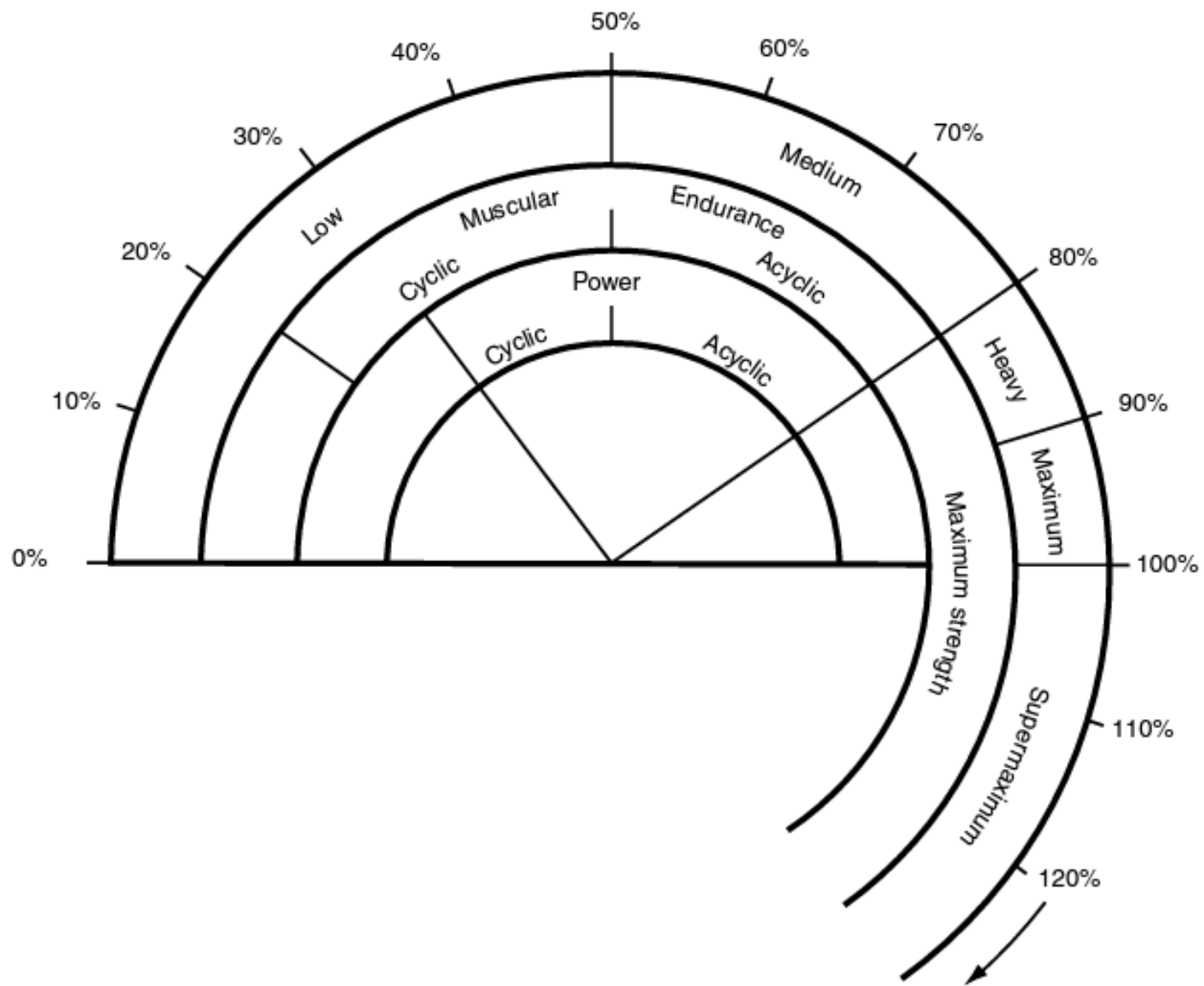


Figure 10.7 Load magnitude and abilities developed by using various loads.

RELACIÓN ENTRE INTENSIDAD Y NUMERO DE REPETICIONES

% rm	n° rep	n° series	Veloc	recupe	especifici
85-100	1-5	3-5	baja	2-5min	f.Max
70-80	5-10	3-5	baja	2-4min	f.Max hip
30-50	6-10	3-5	Max	4-6 min	F.Veloz
75	6-10	3-5	Max	4-6min	f.Veloz m
40-60	20-30	3-5	Baja	30-45s	f. Resist
25-40	25-50	3-5	Media	completa	f. Resist

CANTIDAD DE SERIE POR GRUPO MUSCULAR

- 3 a 4 series por ejercicio sería lo mejor para obtener resultados máximos
- Personas entrenadas pueden hasta 5-6
- Para entrenar hipertrofia se debe apuntar a 9 a 12 series por grupo muscular
 - Ejemplo 3-4 series por ejercicio, utilizar 3-4 movimientos por grupo muscular



Músculos	Repeticiones	Coeficiente	% de fuerza
	1 Rep.	1,0	100 %
	2 Rep.	0,96	
Fuerza	3 Rep.	0,94	95 % max.
	4 Rep.	0,92	
Fuerza	5 Rep.	0,90	90 % Ideal
	6 Rep.	0,88	
	7 Rep.	0,86	
Hipertrofia	8 Rep.	0,84	85 % max.
	9 Rep.	0,80	
Hipertrofia	10 Rep.	0,78	80 % Ideal
	11 Rep.	0,76	
Resistencia	12 Rep.	0,74	75 % max.
	14 Rep.	0,72	
Resistencia	15 Rep.	0,70	70 % Ideal
	20 Rep.	0,68	70 %



Table 10.5 Load to Repetition Relationship

Percentage of 1RM	Number of repetitions
100	1
95	2-3
90	4
85	6
80	8-10
75	10-12
70	15
65	20-25
60	25
50	40-50
40	80-100
30	100-150

Adapted, by permission, from T.O. Bompa and M.C. Carrera, 2005, *Periodization training for sports: Science-based strength and conditioning plans for 20 sports*, 2nd ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 258.



ZONA INTENSIDAD Y REP X SERIE

	Principiante	Intermedio	Avanzado
Fuerza	5-9	3-7	1-5
Hipertrofia funcional	10-12	8-10	6-8
Hipertrofia Total	13-16	11-14	9-12
Fuerza-resistencia	17-24+	15-22+	13-20+

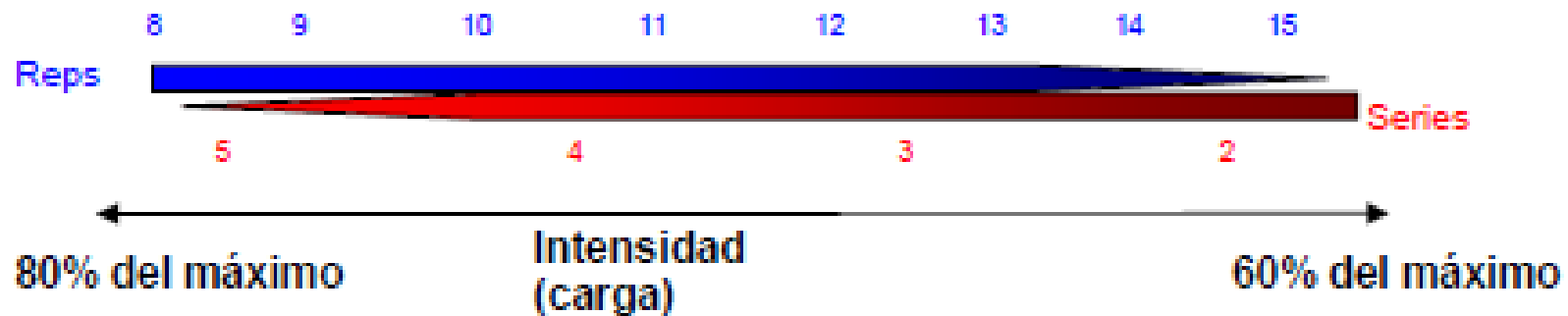


CANTIDAD DE SERIES POR GRUPO MUSCULAR

- La investigación parece indicar que 3-4 series por ejercicio es lo mejor para obtener resultados máximos.
- Practicantes avanzados quizás encuentren algunos beneficios yendo hasta las 5-6 series por ejercicio.
- Al entrenar para hipertrofia debemos apuntar a un total de 9 a 12 series por grupo muscular (algunos son capaces de tolerar hasta 16).
- Entonces si se realiza 3-4 series por ejercicio debe utilizar 3-4 movimientos por grupo muscular.
- En cambio si se prefiere utilizar 5-6 series, entonces 2-3 ejercicios resultarán más apropiados.



Relación reps/series para ganancias de hipertrofia por ejercicio para un tipo mixto de fibra



Relación reps/series para ganancias de fuerza por ejercicio para un tipo mixto de fibra



Relación reps/series para ganancias de potencia por ejercicio para un tipo mixto de fibra



TEMPO DE UN EJERCICIO

- Se refiere al ritmo con el cual debe ser ejecutado el ejercicio
- Puede ser:
 - Lenta 4-5 seg
 - Controlada 2-4 seg
 - Rápida 1-2 seg
 - Explosiva tan rápido como sea posible



DESCANSO ENTRE SERIE

- Relacionado con el concepto de densidad de entrenamiento
- Hipertrofia
 - 60-120seg para principiantes
 - 30-45seg para avanzados
- Cuando entrenamos fuerza y potencia 3-5 min
- Entrenar Fuerza resistencia depende de la serie



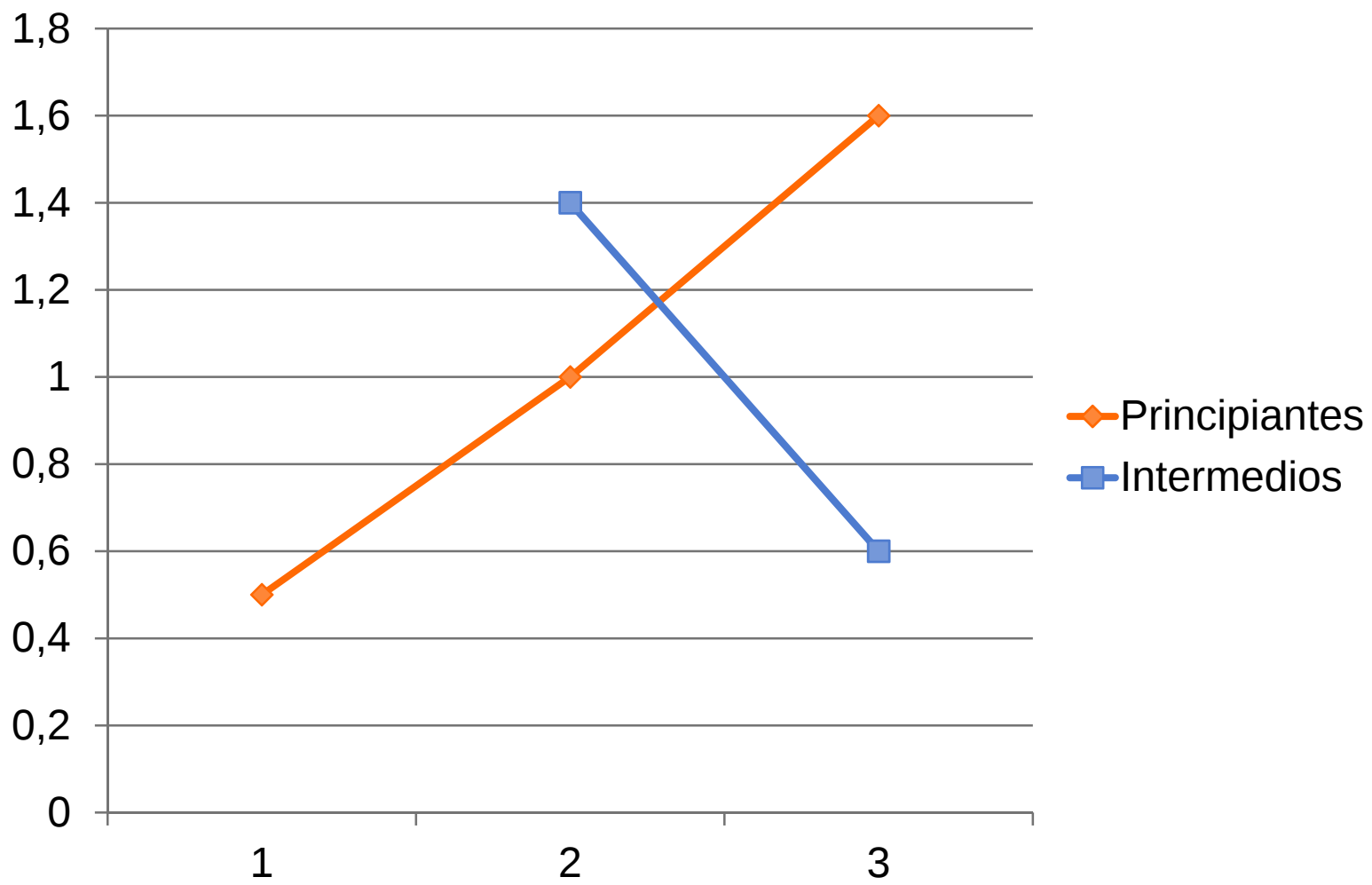
- Los trabajos veloces pueden aumentar la fuerza con mínima respuesta de hipertrofia
- La duración de la tensión puede modificar la reacción de hipertrofia
 - Menor en las breves
 - Mayor en las largas



FREC. DE ENTRENAMIENTO

- Rhea y col(2003) en un meta-analisis
 - Principiantes 3 veces por semana
 - Intermedios 2 veces por semana
 - Se puede suponer por tendencia que avanzados 1 vez por semana
- Esto es valido para buscar masa muscular





TIEMPO TOTAL BAJO TENSIÓN

- Es el factor responsable para la cantidad de hipertrofia estimulada
- Mayor volumen de trabajo = mayor hipertrofia
- Mas trabajo físico conduce a mayor degradación total de proteínas
- Conducirá a una mayor adaptación estructural



TIEMPO DE EJERCICIO

- En ese caso una fase del movimiento puede ser
 - lenta (4-5+ segundos),
 - controlada (2-4 segundos),
 - rápida (1-2 segundos) o
 - explosiva (tan rápida como sea posible).



INTERVALOS DE DESCANSO

- Al entrenar para hipertrofia debe comenzar con intervalos de
- descanso que se extiendan entre 60-120 segundos trabajando gradualmente para
- reducirlos a 30-45 segundos con el tiempo
- fuerza y potencia 3 – 5min



Tabla 1. Intervalos de descanso adecuados para un tipo de dominancia de fibras mixtas

Tipo de adaptación	Pausa recomendada	Efecto de la pausa en la recuperación física	Efecto de la pausa en la recuperación neural	Efecto de la pausa en la respuesta hormonal	Efecto general
Trabajo de hipertrofia	60 segundos	Incompleta: importante acumulación de fatiga muscular	Incompleta: algo de fatiga residual del SNC	Importante aumento de la hormona del crecimiento	Muy efectivo en estimular hipertrofia sarcoplasmática, aumentar la pérdida de peso y bueno para aumentar la captación de nutrientes por los músculos
	90 segundos	Incompleta: alguna acumulación de fatiga muscular	Completa	Significativo aumento de la hormona del crecimiento	Muy efectivo en estimular la hipertrofia total
	120 segundos	Completa	Completa	Ligero aumento de la hormona del crecimiento	Mayor efectividad en aumentar la hipertrofia funcional con algunas ganancias significativas de fuerza

Trabajo de fuerza	120 segundos	Incompleta: Alguna acumulación de fatiga muscular	Incompleta: importante fatiga residual del SNC	Ligero aumento de la hormona del crecimiento y testosterona libre	Bueno para aumentar la fuerza-resistencia y conseguir más ganancias de hipertrofia del trabajo de fuerza
	150 segundos	Completa	Incompleta: algo de fatiga residual del SNC	Ligero aumento de la testosterona libre	Posible regulación hacia arriba de la conducción nerviosa para paliar la fatiga residual
	180 segundos	Completa	Completa	Significativo aumento de la testosterona libre	Esfuerzo potencial máximo en cada serie



Trabajo de potencia	180 segundos	Completa	Incompleta: importante fatiga residual del SNC	Ligero aumento de la hormona del crecimiento y testosterona libre	Hiper-activación del sistema nervioso vía un efecto significativo de potenciación
	210 segundos	Completa	Incompleta: algo de fatiga residual del SNC	Ligero aumento de la testosterona libre	Posible regulación hacia arriba de la conducción nerviosa para paliar la fatiga residual
	240 segundos	Completa	Completa	Significativo aumento de la testosterona libre	Esfuerzo potencial máximo en cada serie



PATRONES DE CARGA

- Series rectas
- Pirámides
- Oleaje
- Super series



CARGA RESTA

8 reps	8 reps	8 reps	8 reps	8 reps	8 reps
40kg	60kg	80kg	80kg	80kg	80kg





Table 10.6 Cluster Set Configurations Using Various Configurations for the Clean Pull

	Sets × repetitions	Interrepetition rest interval (s)	Repetition load (kg)									
Cluster	3 × 10/1	30	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Cluster	3 × 10/2	30	110	110	110	110	110					
Cluster	3 × 10/5	30	110	110								

Note: 3 × 10/1 = three sets of 10 repetitions performed with 30 s rest between each repetition of the set; 3 × 10/2 = three sets of 10 repetitions with 30 s rest after every two repetitions; 3 × 10/5 = three sets of 10 repetitions with 30 s rest after 5 repetitions. Loads are based on of a 1RM clean of 150 kg.

Table 10.7 Intensity Variations for Cluster Set Configurations Using the Clean Pulls

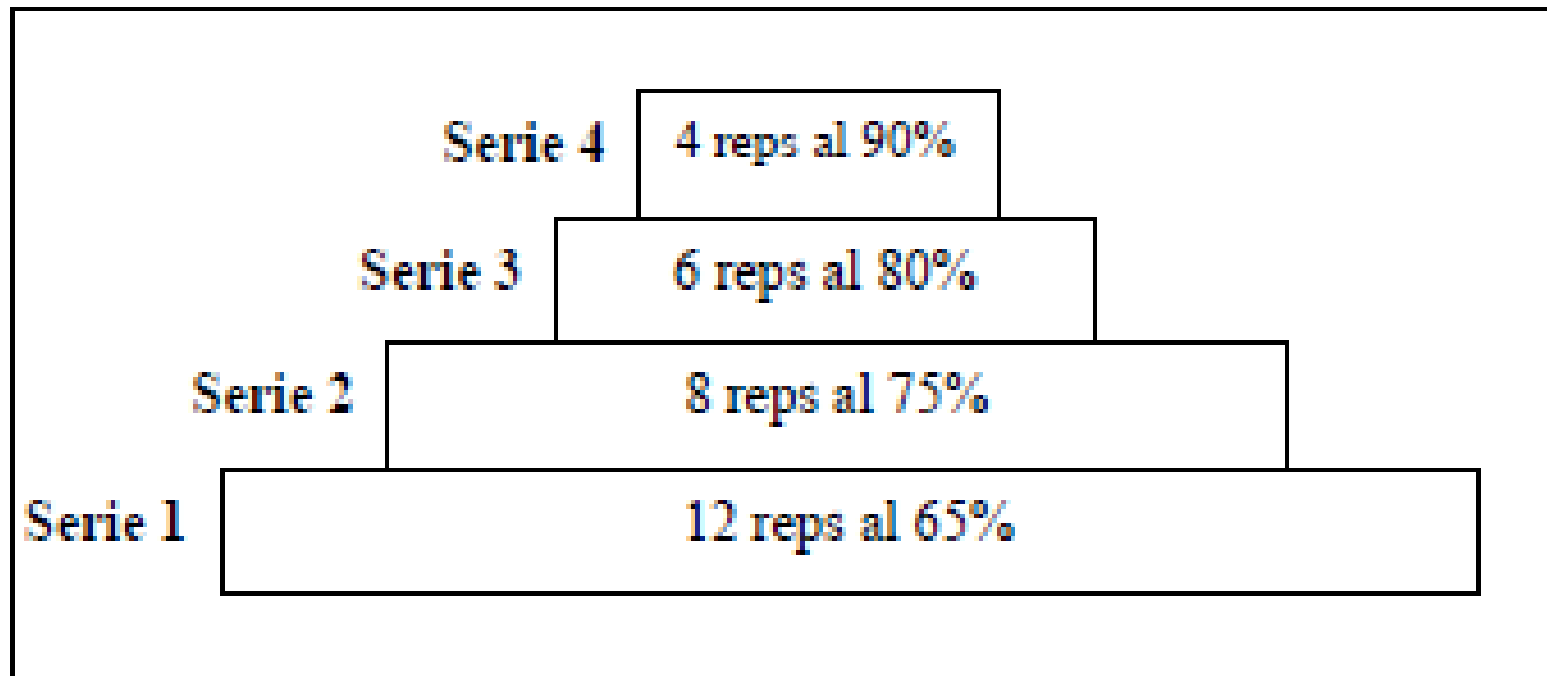
	Sets × repetitions	Interrepetition rest interval (s)	Repetition load (kg)				
Cluster	3 × 5/1	30	120	120	120	120	120
Undulating cluster	3 × 5/1	30	120	130	140	130	120
Ascending cluster	3 × 5/1	30	120	130	140	150	160

Note: 3 × 5/1 = three sets of 5 repetitions performed with 30 s between each repetition of the set. Loads are based on of a 1RM clean of 150 kg.



CARGA PIRAMIDAL

Carga piramidal



OLEAJE

Oleaje de hipertrofia / fuerza			
Serie	Principiante	Intermedio	Avanzado
Serie 1	15 reps	12 reps	10 reps
Serie 2	12 reps	8 reps	6 reps
Serie 3	8 reps	6 reps	4 reps
Serie 4	15 reps	12 reps	10 reps
Serie 5	12 reps	8 reps	6 reps
Serie 6	8 reps	6 reps	4 reps

Oleaje de hipertrofia con ganancias de fuerza-resistencia

Serie 1 – Zona de fuerza-resistencia

Serie 2 – Zona de hipertrofia total

Serie 3 – Zona de hipertrofia funcional

Oleaje de hipertrofia / fuerza-resistencia			
Serie	Principiante	Intermedio	Avanzado
Serie 1	20 reps	18 reps	15 reps
Serie 2	15 reps	12 reps	10 reps
Serie 3	12 reps	10 reps	8 reps
Serie 4	20 reps	18 reps	15 reps
Serie 5	15 reps	12 reps	10 reps
Serie 6	12 reps	10 reps	8 reps

Al entrenar para fuerza, uno de los siguientes modelos puede ser utilizado:

Oleaje mixto de fuerza / hipertrofia funcional

Serie 1 – Zona de hipertrofia funcional

Serie 2 – Zona de fuerza extremo superior

Serie 3 – Zona de fuerza extremo inferior

Oleaje mixto de fuerza / hipertrofia funcional			
Serie	Principiante	Intermedio	Avanzado
Serie 1	10 reps	8 reps	6 reps
Serie 2	8 reps	6 reps	4 reps
Serie 3	6 reps	4 reps	2 reps
Serie 4	10 reps	8 reps	6 reps
Serie 5	8 reps	6 reps	4 reps
Serie 6	6 reps	4 reps	2 reps

SUPER SERIES

- Super Series
- Series Gigantes



FORMAS DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO

- Concéntrico
- Excéntrico
- Reactivo
- Isométrico



CONCÉNTRICO

- Se aumenta la tensión intramuscular si la ***resistencia es mayor*** y la ***aceleración es preservada***
- Se aumenta la tensión intramuscular si la ***aceleración es mayor*** y la ***resistencia preservada***
- Se aumenta la tensión intramuscular si tanto la ***aceleración como la carga son aumentadas***
 - Mismo peso
 - Mas aceleración = mas tensión muscular



EXCÉNTRICA

- Se aumenta la tensión intramuscular si la ***resistencia es mayor*** y la ***aceleración es preservada***.
- Se aumenta la tensión intramuscular si la ***aceleración es menor*** y la ***resistencia preservada***.
- Se aumenta la tensión intramuscular si la ***aceleración es disminuida y la carga es aumentada***
 - Mismo peso
 - Menos aceleración = mas tensión muscular



EJERCICIO ISOMÉTRICO

- Desarrollar la fuerza de forma gradual
- No superar los 6 segundos de tensión máxima
- Limitar la duración del entrenamiento isométrico a 10 min
- Concluir el entrenamiento con ejercicios de estiramiento



EJERCICIO ISOMÉTRICO

○ Como

- Empuje contra un aparato sólido e inmóvil o contra un compañero de ejercicio
- Empuje contra un peso móvil en movimiento hasta detenerlo, en distintas fases; permite la utilización de varios músculos en variados grados
- Empuje de un peso hasta un punto de bloqueo; prevee una fase inicial dinámica y una fuerte tensión estática.
- Empuje en contra de un dinamometro que mide fuerza producida



EJERCICIO ISOMÉTRICO

○ Problemas

- El rápido cansancio del sistema nervioso y la influencia algo negativa sobre el sistema cardiocirculatorio
- La disminución de las capacidades de coordinación dinámica y rapidez
- La degradación de las propiedades elásticas



MAXIMIZAR REPETICIÓN

- Al entrenar para aumentos de tamaño, un individuo debe siempre tratar de bajar el peso lentamente o bajo control (por lo tanto 3-6 segundos) pero intentar levantarlo tan rápido como sea posible.
- De este modo maximizamos el factor de tiempo bajo tensión al incrementar la longitud de la fase excéntrica y maximizamos la tensión intramuscular aumentando la producción de fuerza durante la porción concéntrica del levantamiento (aumentando el factor de aceleración).



CALENTAMIENTO

- En caliente los músculos se contraen durante mas tiempo y con mayor rapidez (Weineck, 1981)
- General
 - Lleva la actividad y las capacidades funcionales a un nivel mas elevado
- Especifico
 - Impulsa las actividades motrices, tiene un objetivo neuromotriz y estimula el sistema nervioso hasta llevarlo a un nivel optimo



TIPS

- Si la tensión es muy baja, aun cuando se realice en un volumen alto, no provocara mucho tamaño ni aumento de fuerza
- Si el volumen es muy bajo, incluso con tensiones altas, no brindara muchas ganancias de tamaño
- Se maximiza la tensión aplicando cargas altas o levantando una carga lo mas rápido posible al tiempo que se baja lentamente

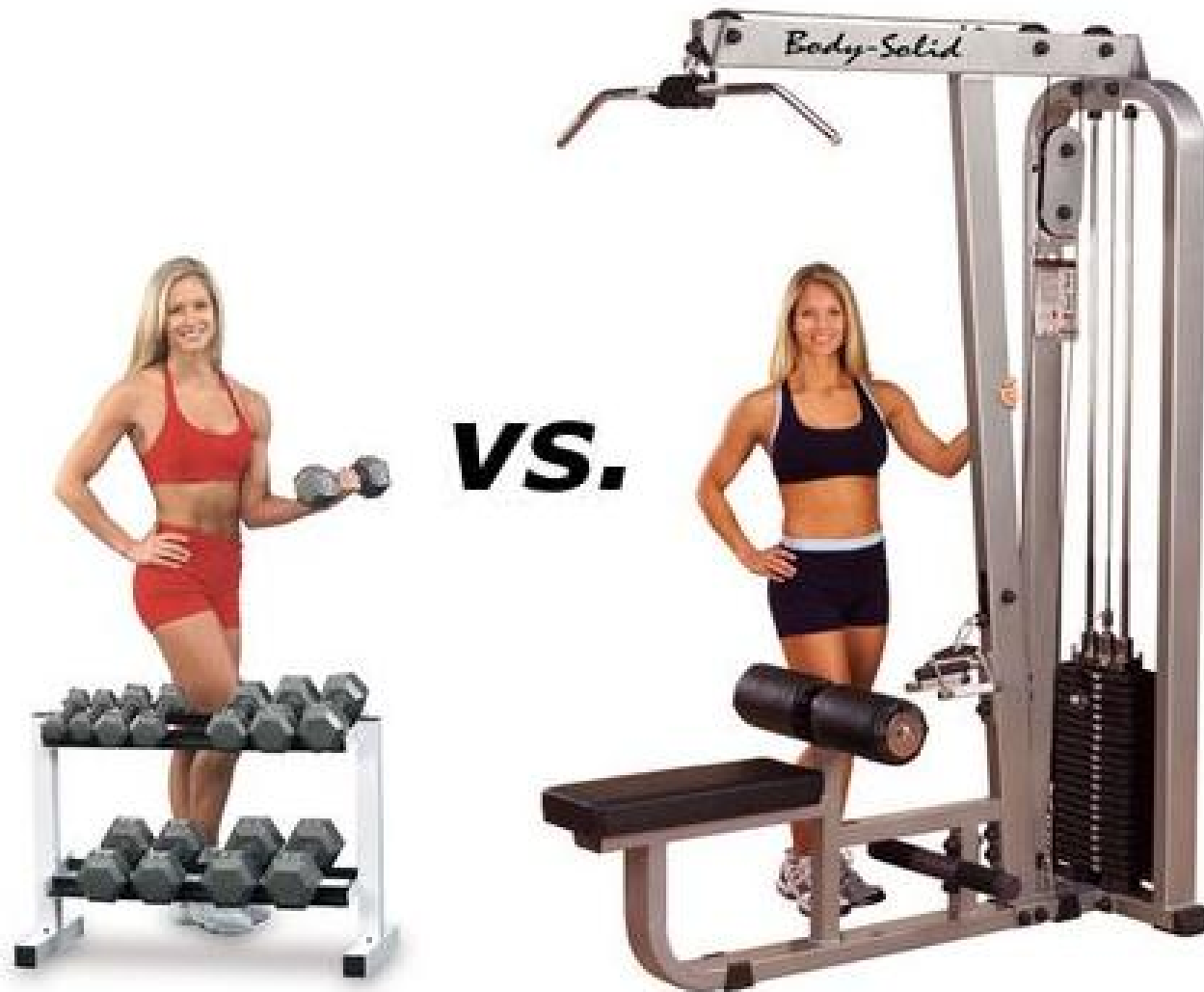


PROGRESIÓN

- (Series x repeticiones x peso)/ descanso
- 2x2
- Progresión circular
- Periodización:
 - Fuerza máxima
 - Potencia
 - Fuerza resistencia
 - Fuerza resistencia
 - Hipertrofia
 - Fuerza máxima



PESOS LIBRE V/S MAQUINAS



DIFERENCIAS

- Los PL requieren control en 3D de la carga, mejoran orientación y esquema corporal, además trabajo de musculatura estabilizadora
- Las maquinas generan mejor aislamiento de la musculatura
- Los PL posibilitan muchos mas ejercicios
- Las maquinas permiten mayor volumen de trabajo (baja participación de SN)



FIN

