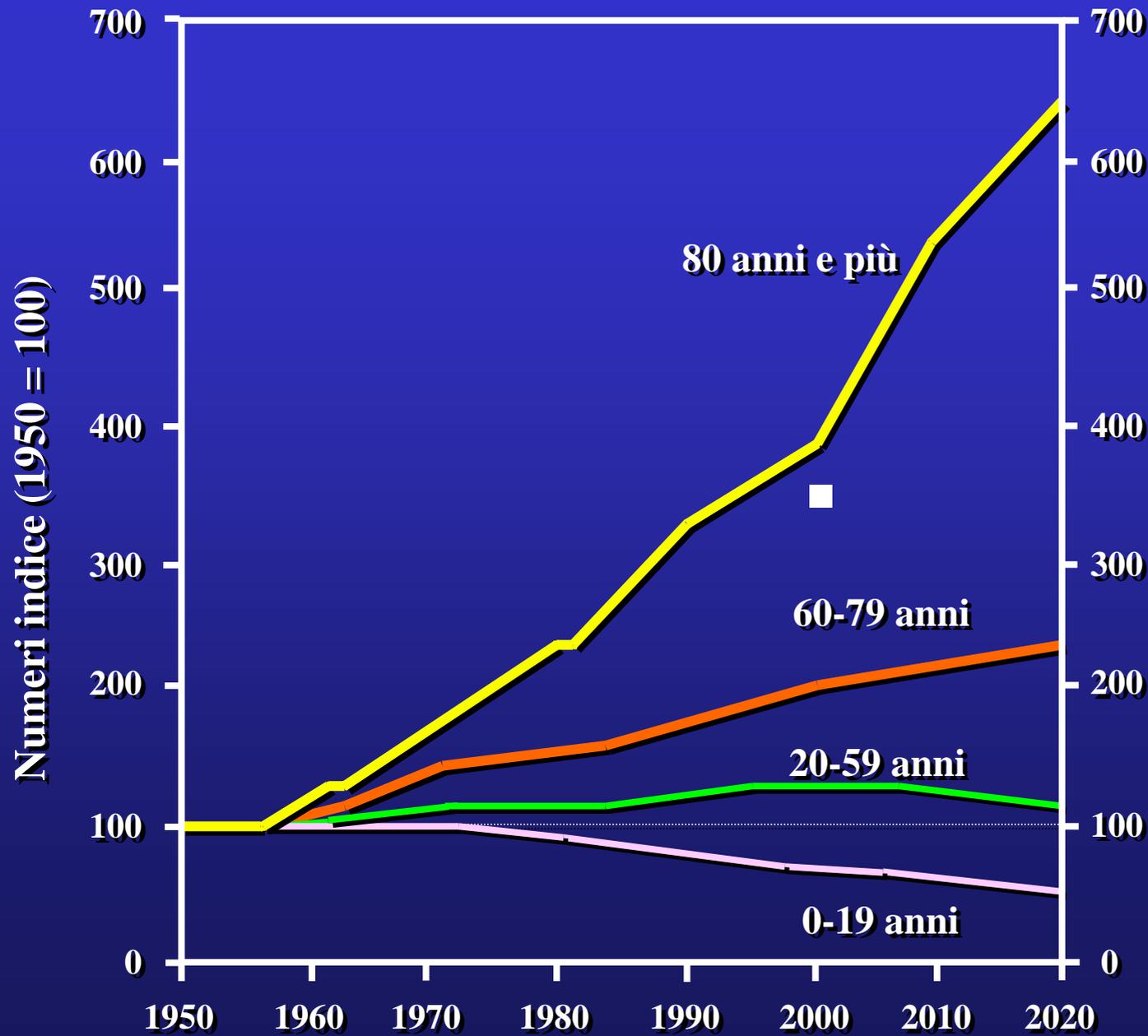


Fisiopatologia dell'invecchiamento ed attività motoria

Prof. Federico Schena

Ce.Bi.S.M.

Polo di Rovereto, Università di Trento



**Evoluzione della
popolazione italiana
per classi di età,
1950-2020**

(da Lori et al., 1995, mod.)

ITALIA: vita media

	M	F
ISTAT, 1991	73.9	80.3

■

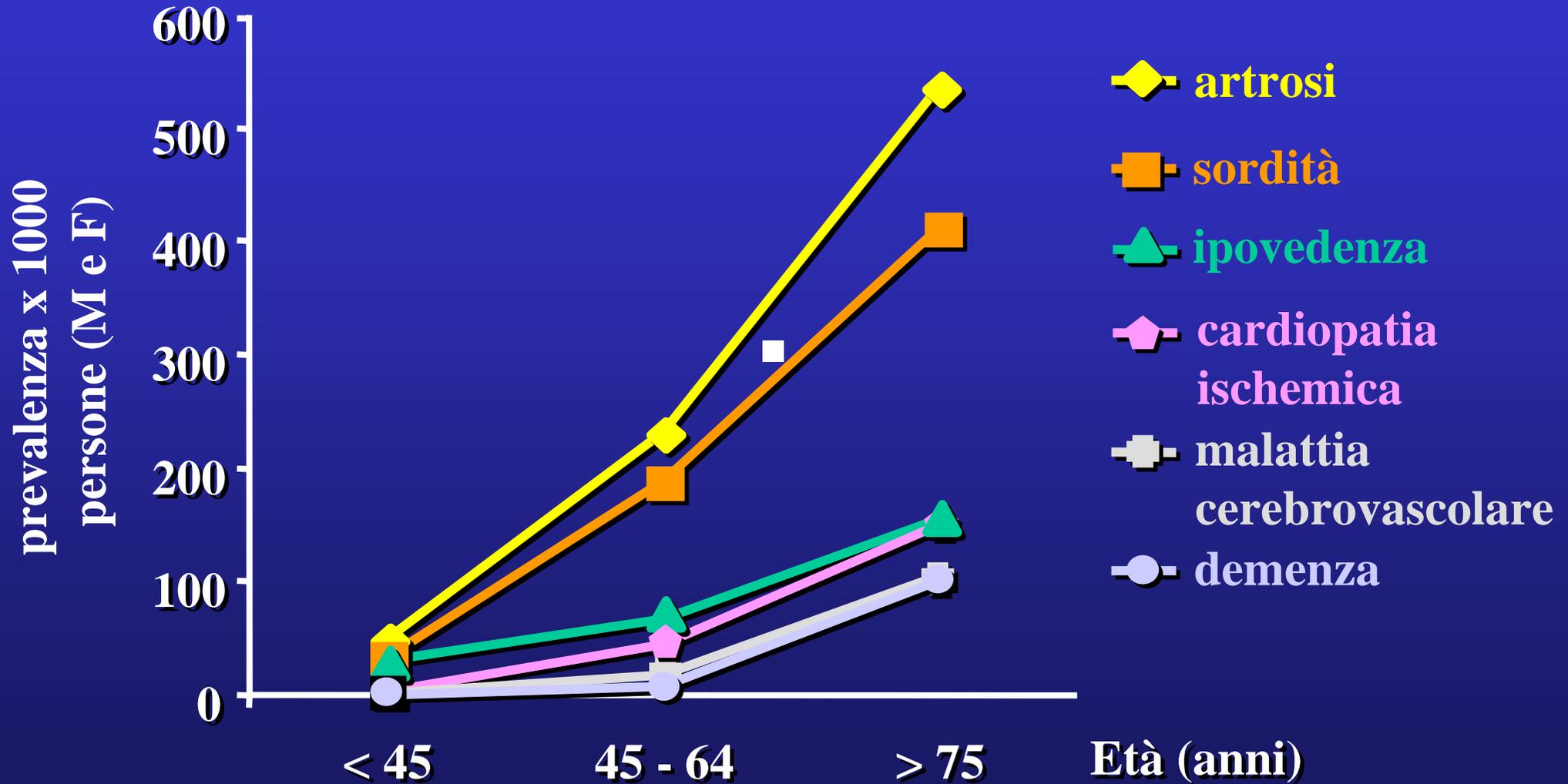
	M	F
ISTAT, 2001	~77	~83

Invecchiamento della popolazione



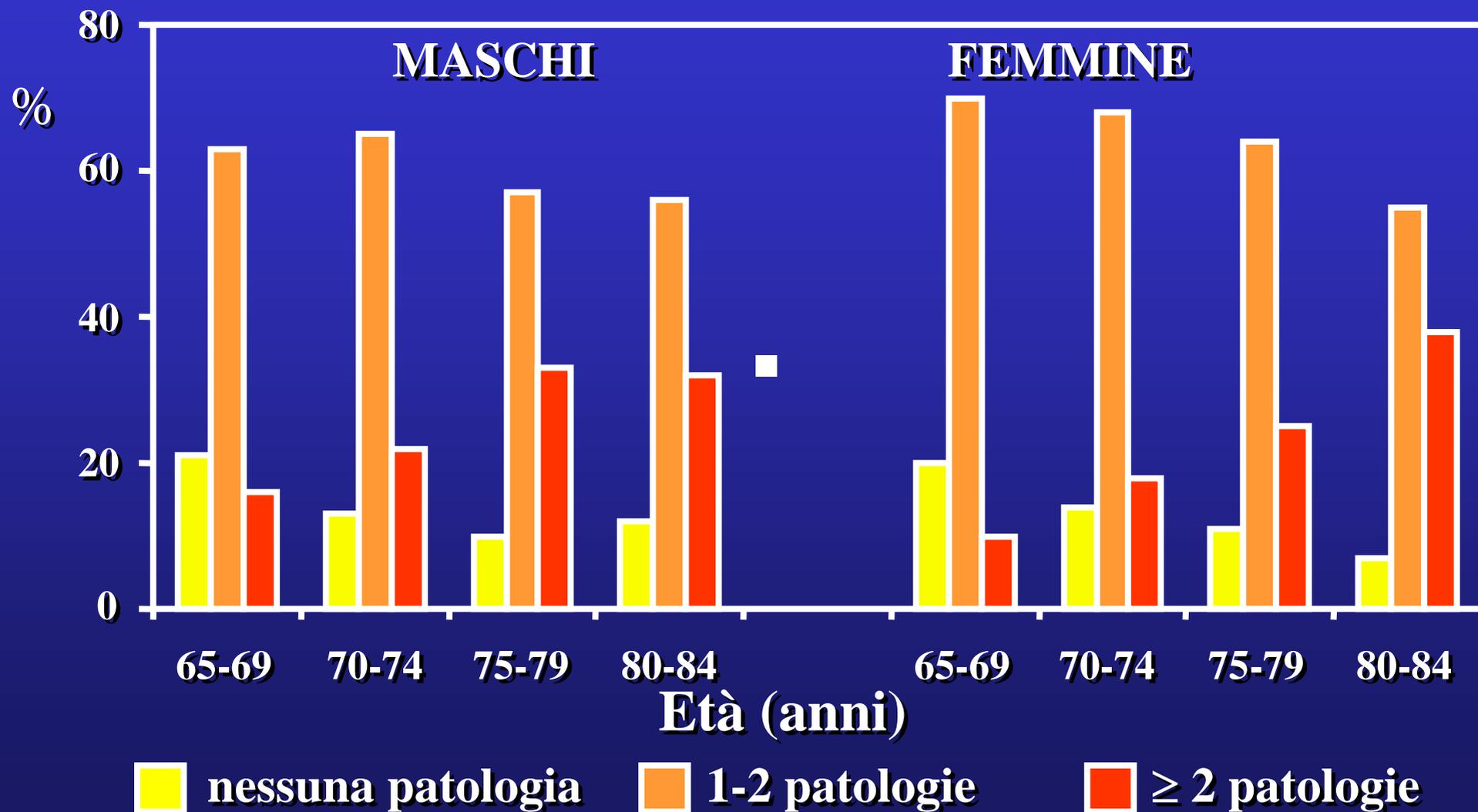
**Aumento di individui con
malattie croniche e disabili**

Prevalenza di condizioni croniche in rapporto all'età

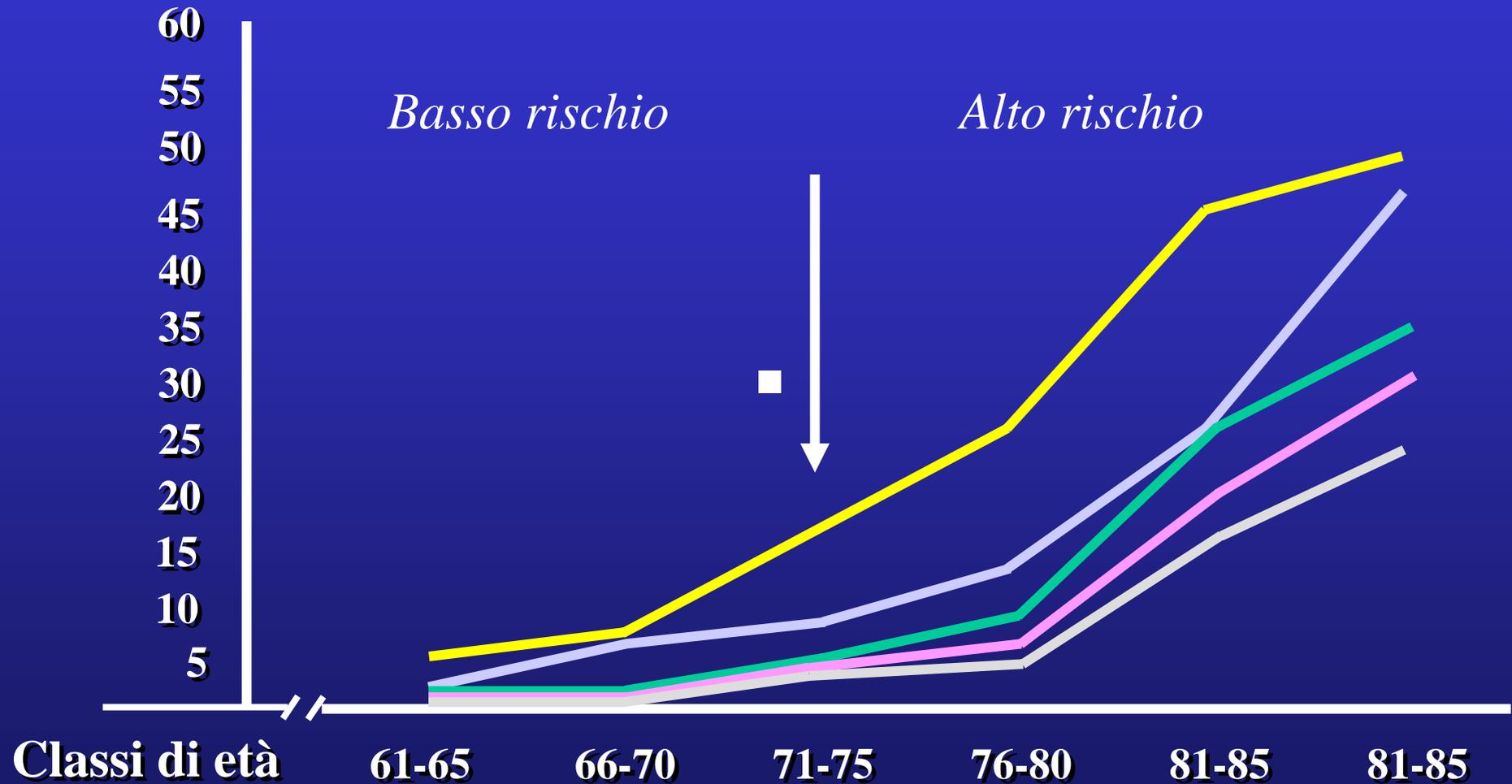


(U.S. Department of Health and Human Services, 1994)

Italian Longitudinal Study of Aging (ILSA - CNR): numero di patologie in rapporto all'età

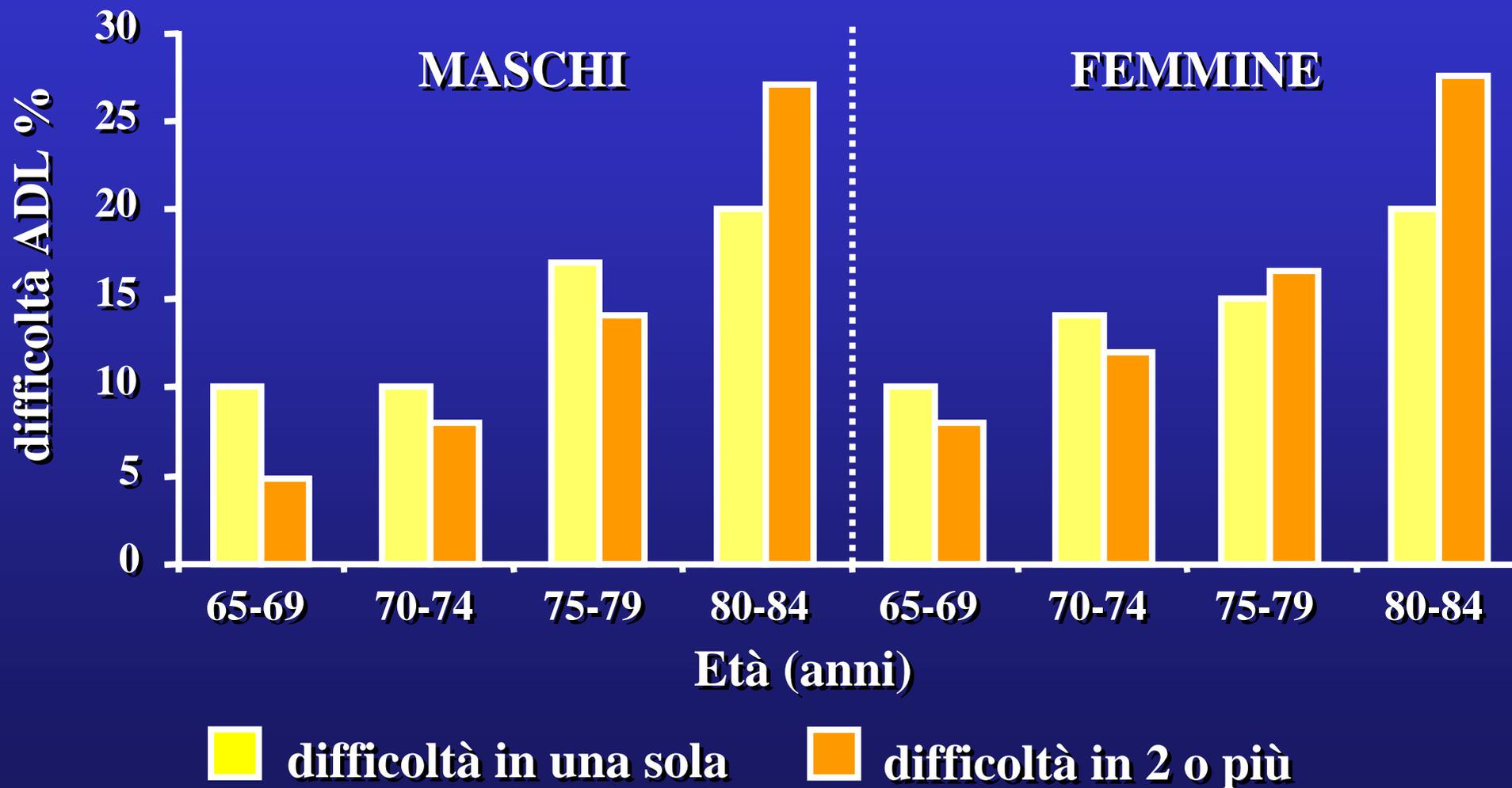


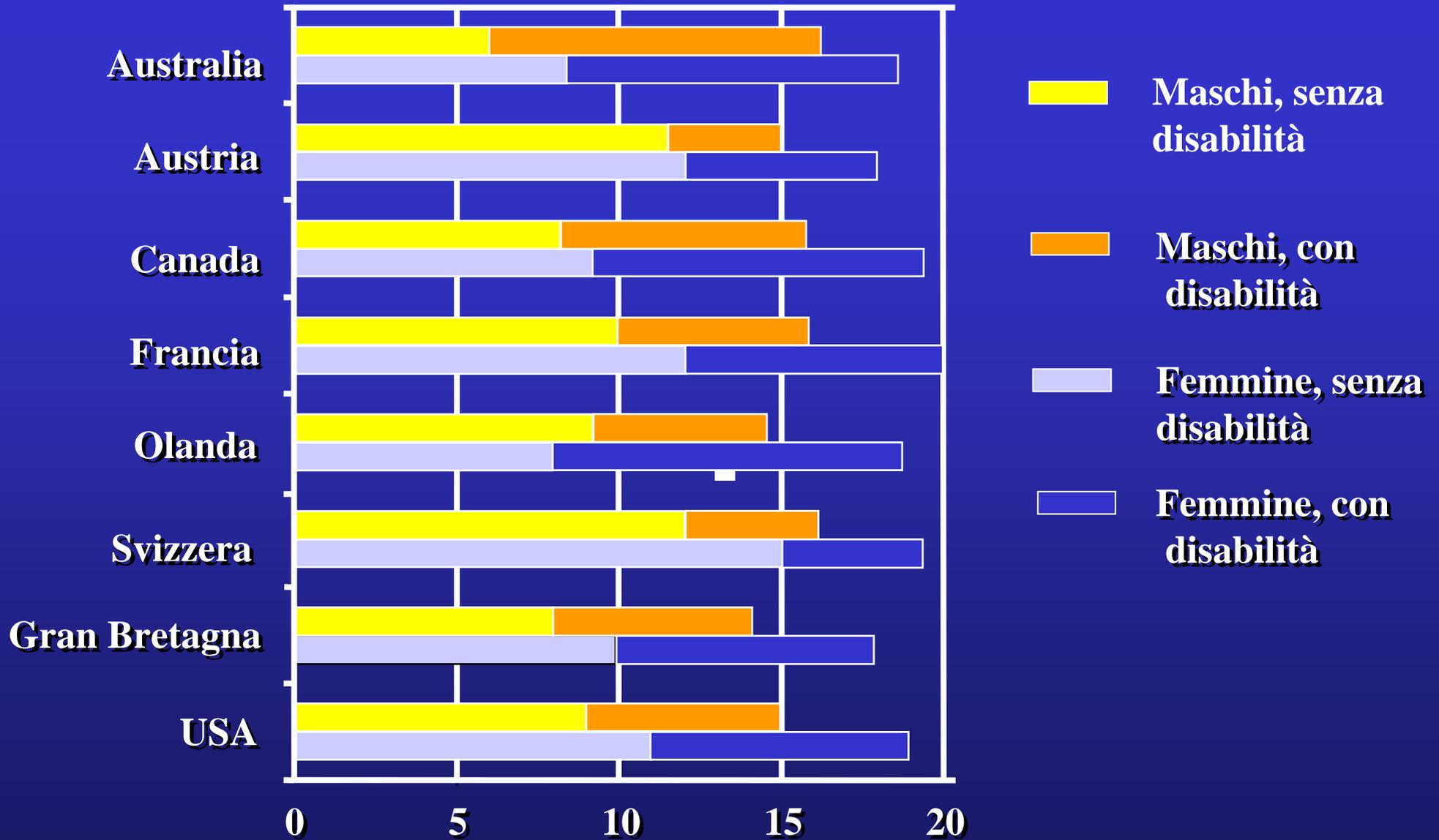
% di anziani non autosufficienti nello svolgere attività quotidiane



- lavarsi e fare il bagno
- vestirsi
- andare alla toilette
- spostarsi dal letto alla sedia
- mangiare

Prevalenza difficoltà in attività basilari della vita quotidiana (ADL) in base all'età nei due sessi





Aspettativa di vita a 65 anni

World Health Organization, 1995

**Declino funzionale e
malattia sono inevitabili
nell'anziano o esiste la
possibilità di un migliore
invecchiamento?**

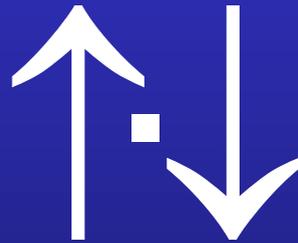
INVECCHIAMENTO

DEFINIZIONE

Dal punto di vista biomedico, è un processo biologico, caratterizzato da cambiamenti che si realizzano nel corso della vita dell'individuo, determinando una sempre minore capacità di adattamento dell'organismo all'ambiente, una conseguente ridotta probabilità di sopravvivere ed una crescente probabilità di morire, ovvero un'aumentata fragilità.

BIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

GENETICA



AMBIENTE

BIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

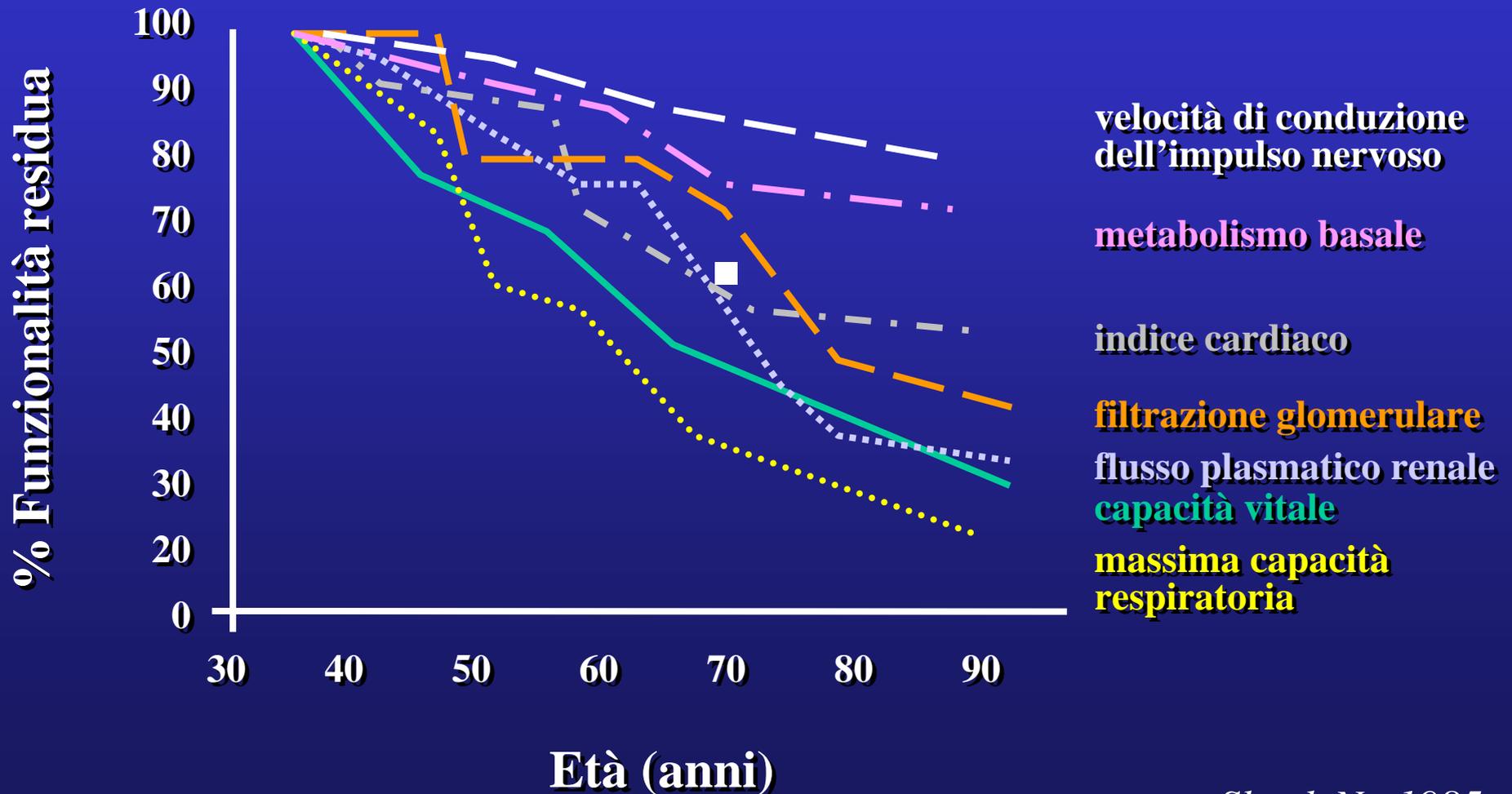
TIPI DI INVECCHIAMENTO

1. Invecchiamento associato a malattia: è quello che riguarda la maggior parte delle persone di età avanzata
2. Invecchiamento usuale: è quello che si riscontra nella maggior parte degli individui in assenza di malattia/e
3. Invecchiamento di successo: è quello proprio di soggetti che, in assenza di malattia/e, hanno in età anche molto avanzata prestazioni fisiche e mentali non dissimili da quelle di soggetti di età giovane-adulta

Fisiologia dell' invecchiamento



Effetti dell'invecchiamento su alcuni indici funzionali sulla base degli studi trasversali



FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

MODIFICAZIONI DI CARATTERE GENERALE

Strutturali:

- ↓ cellule parenchimali con comparsa di alterazioni delle cellule superstiti (*mutazioni DNA*, *sintesi proteica*, *recettori*, *ecc.*)

FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

MODIFICAZIONI DI CARATTERE GENERALE

Strutturali:

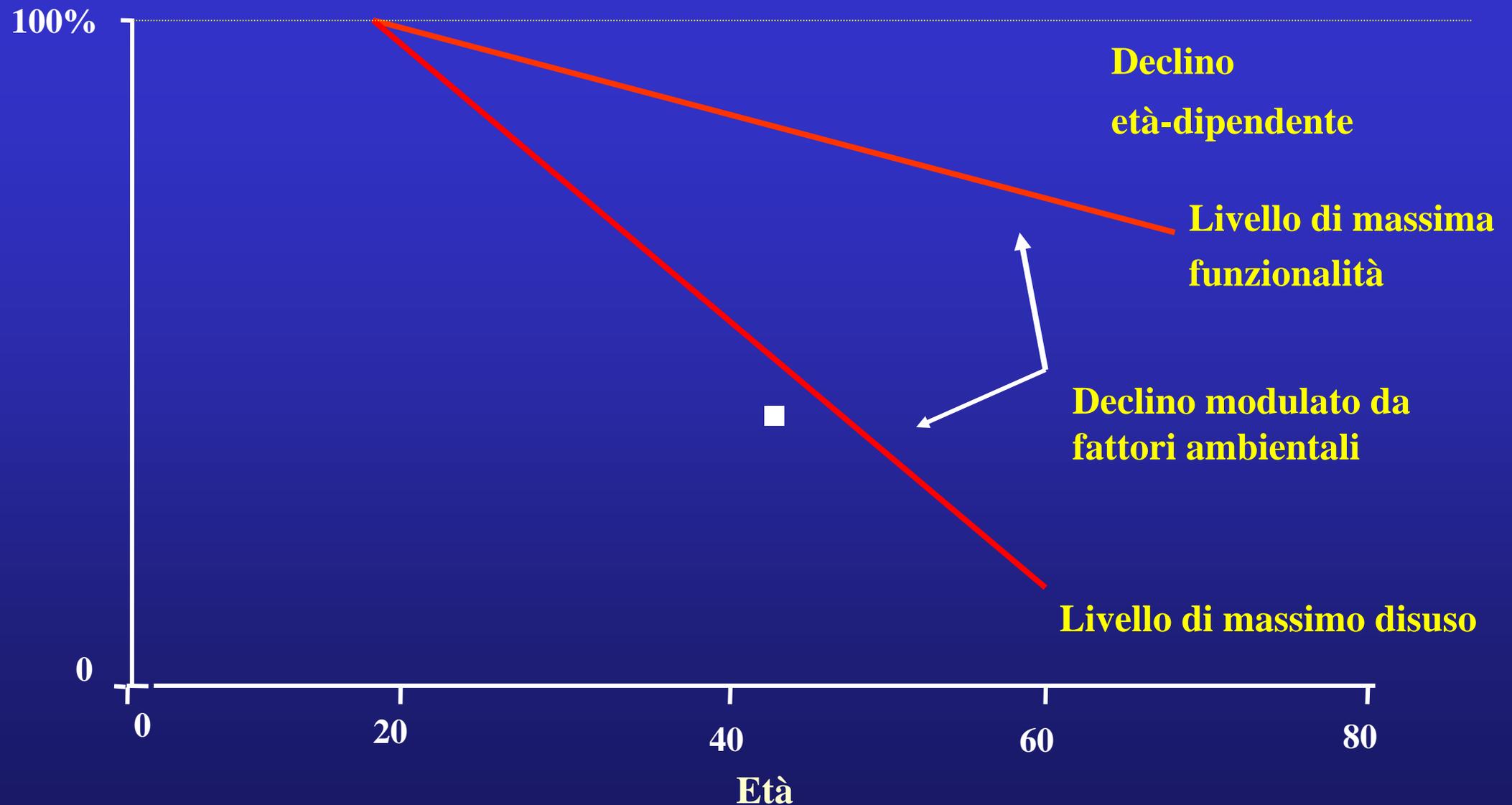
- **↑ tessuto connettivo interstiziale**
- **alterazioni dei tessuti connettivi interstiziale e tessuti differenziati (*cartilagine, osso, tendini, tessuto adiposo, vasi, cornea, derma*)**
 - **↑ componente collagena con comparsa di legami crociati e alterazioni componente elastica**
 - **↓ proteoglicani con ↓ della componente glucidica (*GAG*) e ↑ di quella proteica**

FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

MODIFICAZIONI DI CARATTERE GENERALE

Funzionali:

- ↓ **riserve funzionali**
 - ↓ **efficienza dei sistemi integrativi**
 - **sistema nervoso**
 - **sistema endocrino**
 - **sistema immunitario**
- ↓
- ↓ **capacità di adattamento = omeostenosi**



Influenza dei fattori ambientali sul declino età-dipendente dell'organismo (Williams M.F., 1994, mod.).

FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

APPARATO CARDIOVASCOLARE

Cuore

Struttura:

- **↑ dimensione atrio sinistro e spessore VS**
- **↓ numero miociti con ↑ dimensione miociti residui**
- **↑ tessuto adiposo, collagene, accumulo lipofuscina, amiloide**
- **alterata produzione proteine contrattili e regolatrici**
- **fibrosi dei nodi e tessuto di conduzione**

FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

APPARATO CARDIOVASCOLARE

Cuore

Funzione:

- ↓ distensibilità VS
- ↑ contributo atriale riempimento VS
- ↓ efficienza formazione e conduzione impulso
- ↓ risposta agli stimoli β -adrenergici
 - ↓ contrattilità
 - ↓ frequenza cardiaca massima sotto sforzo
- ↓ la gittata cardiaca massimale mentre gittata cardiaca a riposo rimane invariata

FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

APPARATO CARDIOVASCOLARE

Vasi

Struttura:

grandi vasi

- ↑ spessore parete
- ↑↑↑ calibro

piccoli vasi

- ■ ↑↑↑ spessore parete
 - ↓ lume
-
- ↑ deposito calcio
 - ↑ rigidità parete

FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

APPARATO CARDIOVASCOLARE

Vasi

Funzione:

- **↑ resistenze periferiche**
- **↑ velocità di propagazione dell'onda sfigmica**
- **↓ efficienza meccanismi regolatori P.A.**
- **↓ efficienza meccanismi autoregolatori flussi parenchimali**

Implicazioni cliniche:

- **↑ pressione arteriosa sistolica**
- **maggiore facilità ipotensione ortostatica**
- **maggiore facilità ischemia d'organo**

Modificazioni della funzionalità cardiaca durante sforzo massimale nell'anziano

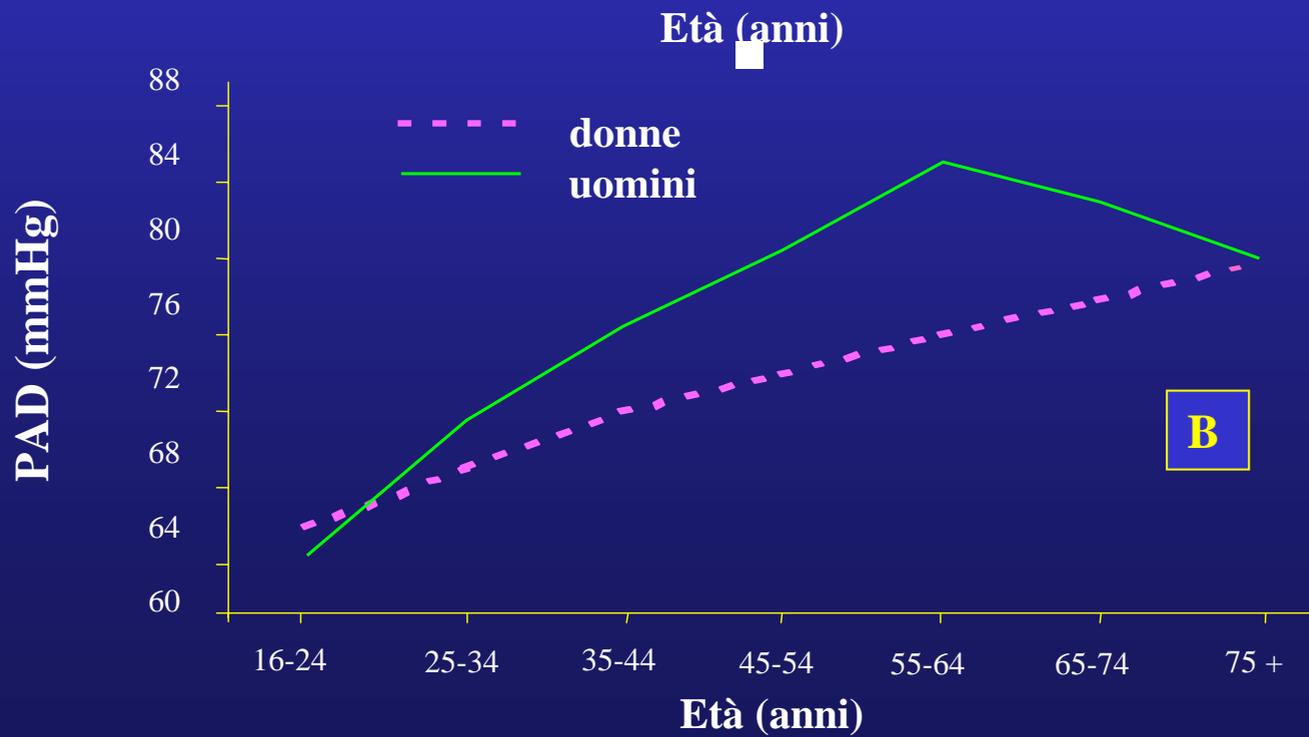
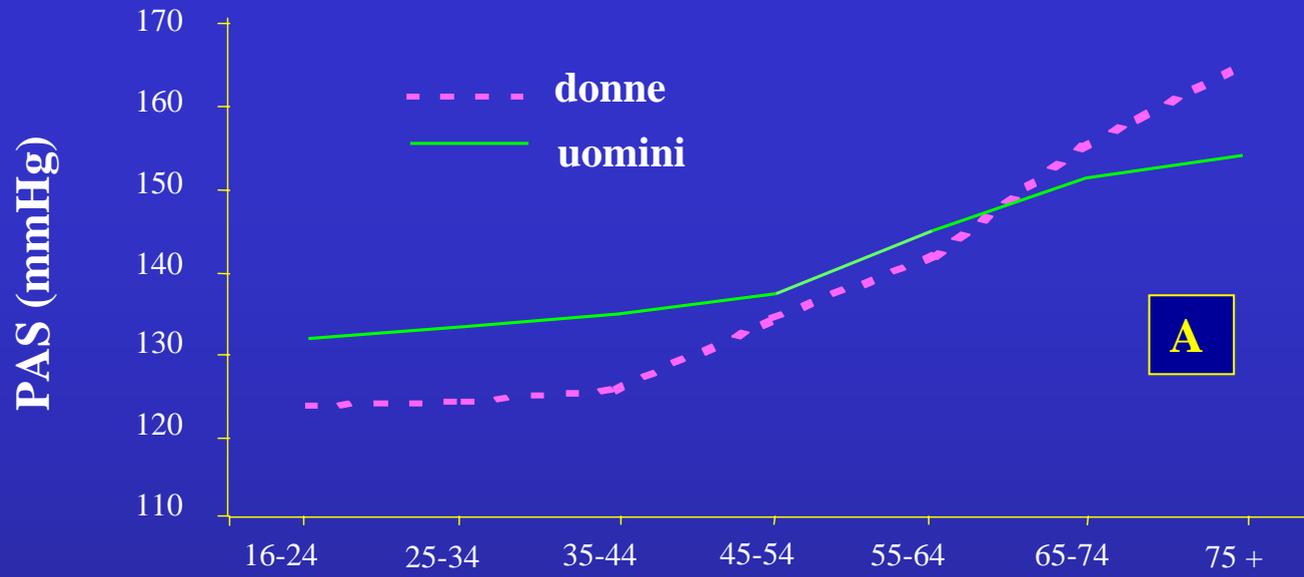
	Uomo	Donna
$VO_2\text{max}$	↓	↓
EDVI	■ ↑	↔
FCM	↓	↓
FE	↓	↓
PA	↑ ○ ↔	↑ ○ ↔

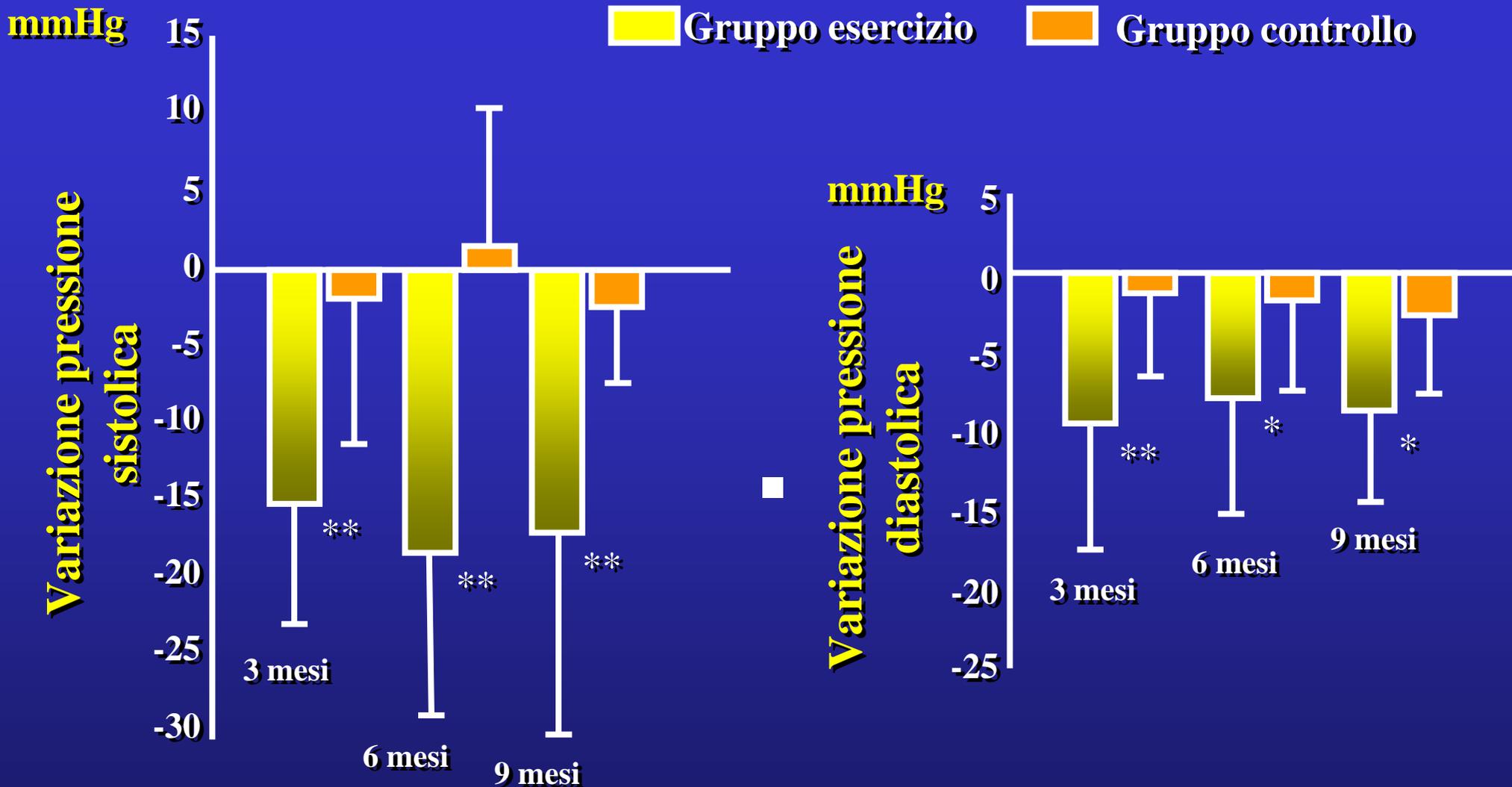
VO₂ max = consumo massimo di ossigeno; **EDVI**= indice di volume telediastolico;
FCM= frequenza cardiaca massima **FE**= frazione di eiezione; **PA**= pressione arteriosa.

Modificazioni della funzionalità cardiaca in seguito ad attività fisica di tipo aerobico nell'anziano

	Uomo	Donna
VO₂ max	↑	↑
FCM	↔	↔
FE	↑	↔
FC riposo	↓	↓

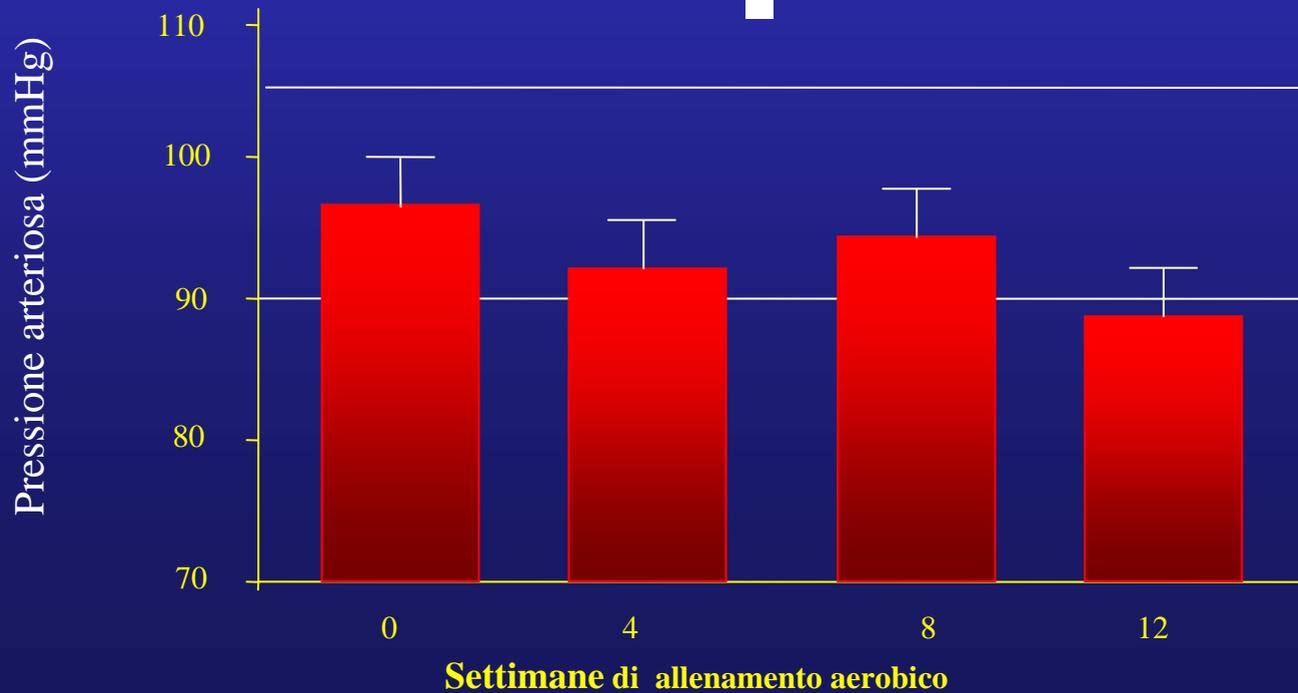
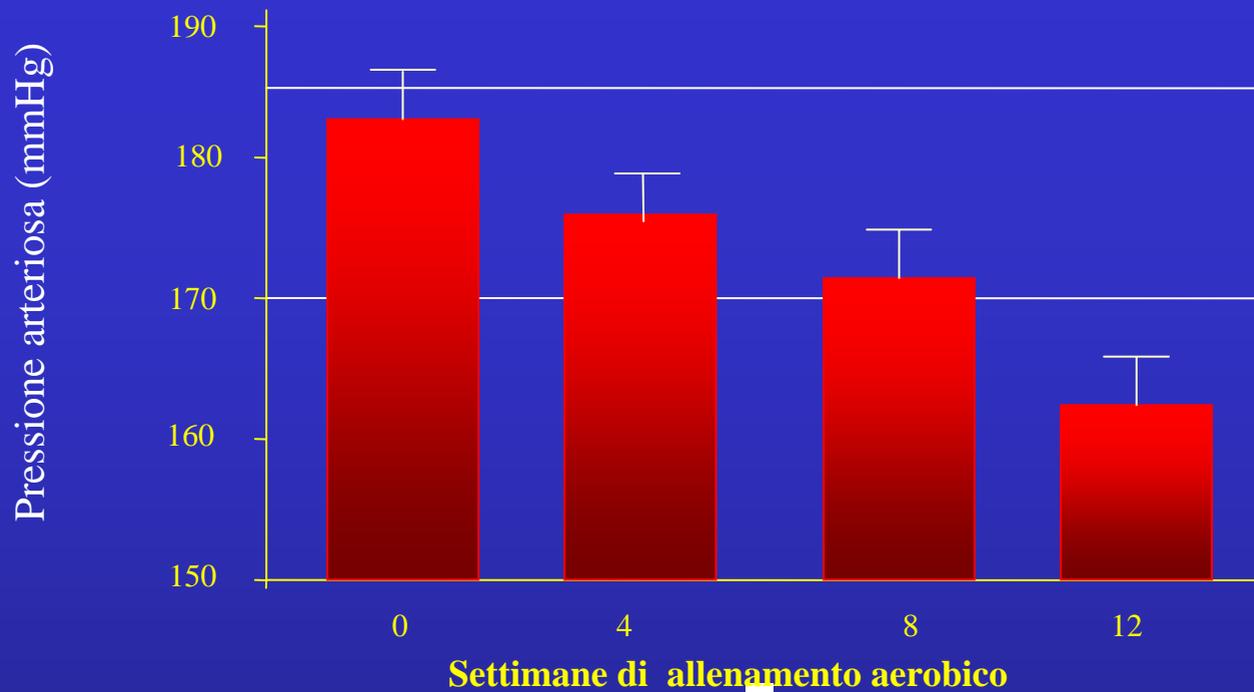
VO₂ max = consumo massimo di ossigeno; **FCM**= frequenza cardiaca massima;
FE= frazione di eiezione; **PA**= pressione arteriosa.





Confronto della variazione della pressione sistolica e diastolica tra i soggetti ipertesi che hanno preso parte all'attività fisica e quelli del gruppo controllo (* $p < 0.5$; ** $p < 0.01$).

Motoyama M. et al., 1998



ATTIVITÀ FISICA ED IPERTENSIONE ARTERIOSA

■ Prevenzione

- ↓ rischio di ipertensione arteriosa

■ Trattamento

- ↓ valori pressori in soggetti ipertesi
- ↓ fattori di rischio cardiovascolare
(diabete, ipercolesterolemia, ecc.)

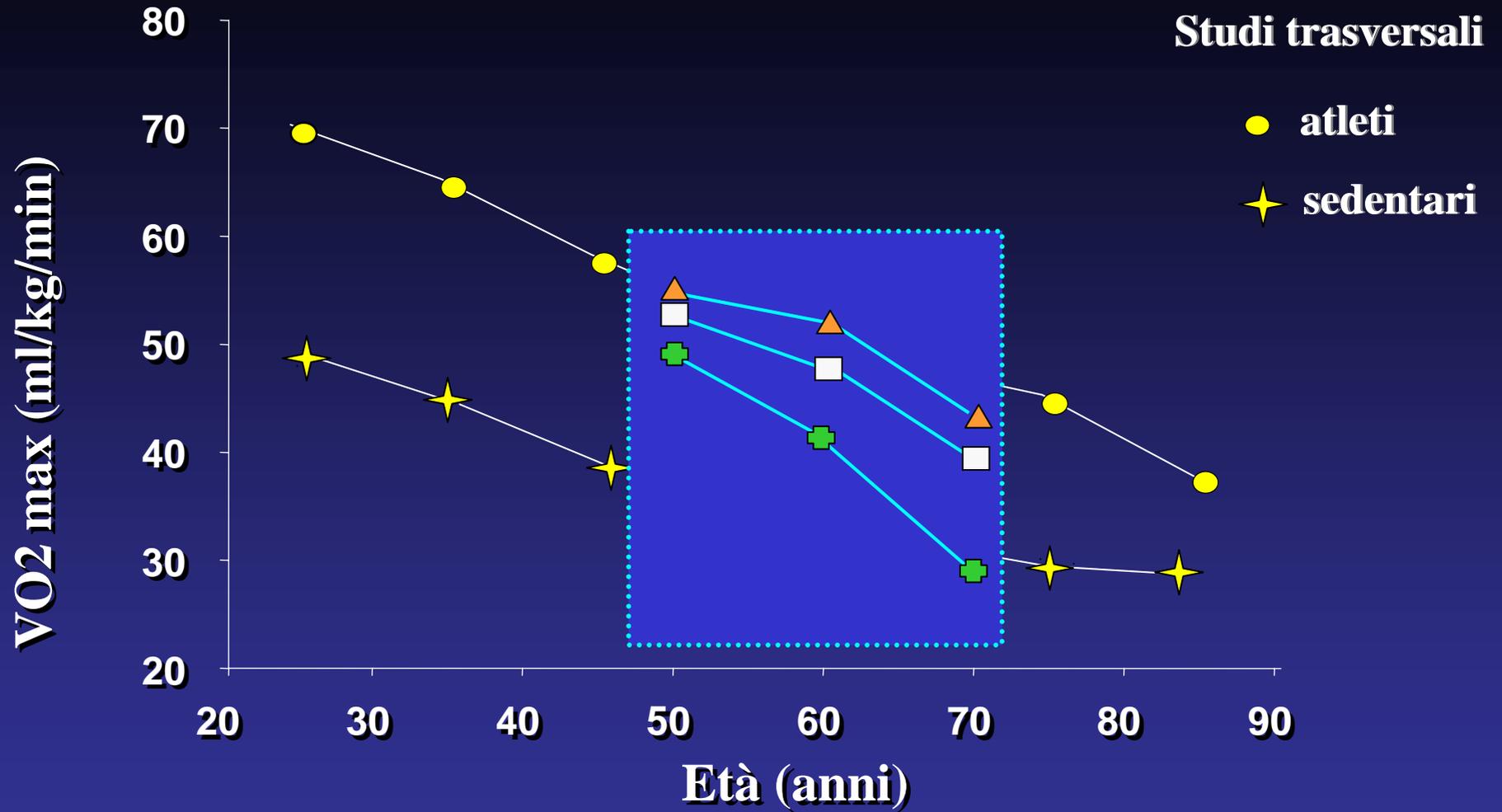
CAPACITÀ AEROBICA MASSIMA ($\text{VO}_{2\text{max}}$)

La capacità massima di produrre energia attraverso il metabolismo aerobico e quindi di compiere un'attività motoria utilizzando il metabolismo aerobico.

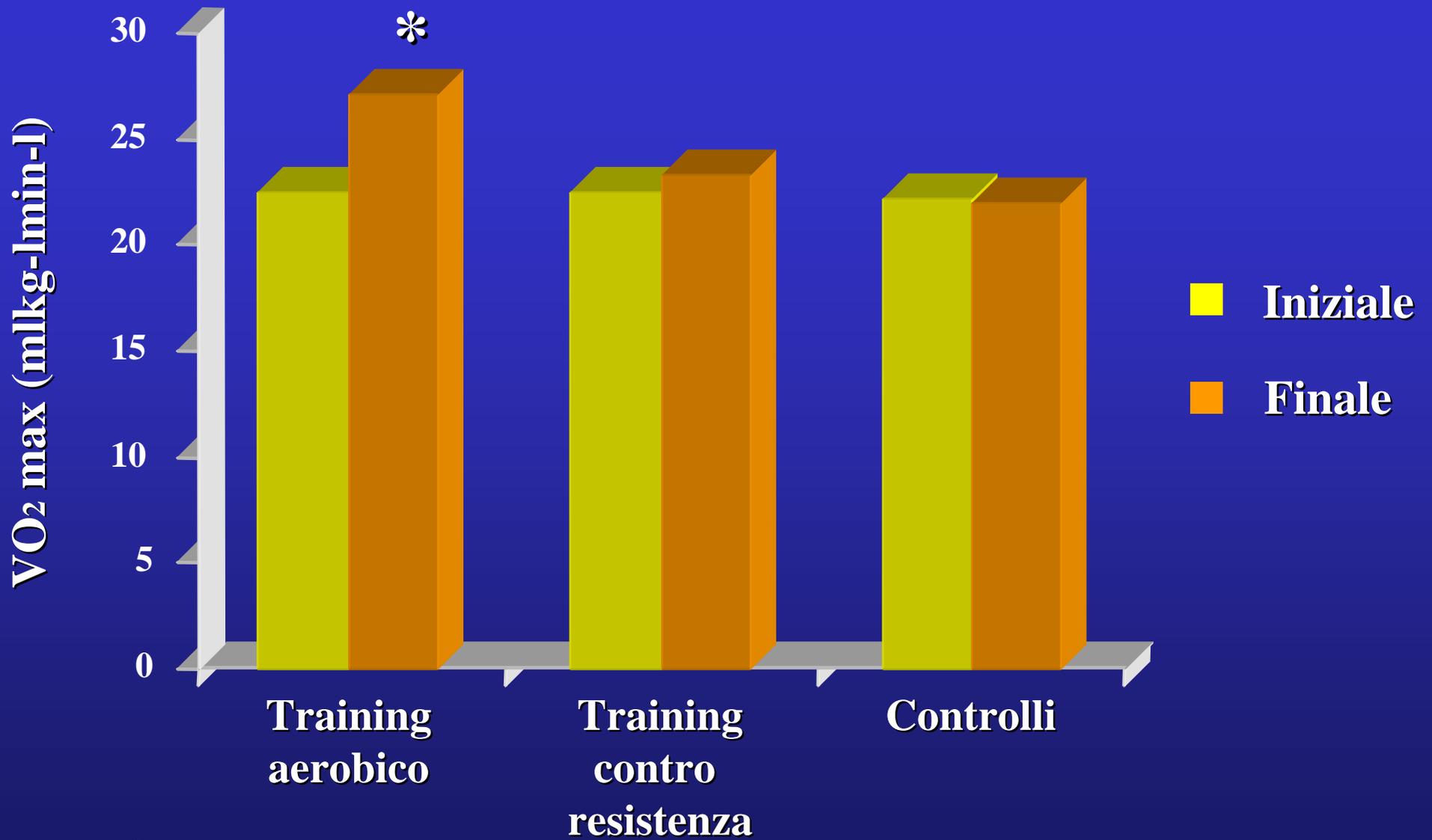


La funzione cardiovascolare, quella respiratoria, e quella muscolare costituiscono i fattori determinanti la capacità aerobica.

La capacità aerobica si riduce con l'età, anche se, a parità di età, è maggiore nei soggetti che praticano con regolarità attività fisica.



Modificazione della capacità aerobica massima (VO2 max), in un follow-up di 20 anni, in atleti di sesso maschile che hanno continuato ad allenarsi ad elevata (▲), moderata (■) o bassa (⊕) intensità.



* $p < 0.01$

FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

APPARATO RESPIRATORIO

Struttura:

- **alterazioni articolazioni costo-trasversarie e condrosternali**
- **↑ rigidità coste** ■
- **alterazione connettivo interstiziale**
- **alterazioni sistema ciliare**
- **↓ numero alveoli → ↓ superficie alveolocapillare**

FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

APPARATO RESPIRATORIO

Funzione:

- ↓ efficienza dei muscoli respiratori
- ↓ compliance toracica
- ↓ efficienza riflesso tosse e clearance mucociliare
- ↓ elasticità polmonare
- ↑ volume residuo, ↓ volume corrente, capacità vitale,

VEMS

- ↓ efficienza scambi gassosi
 - ↓ efficienza respiratoria ($\downarrow PaO_2$)

Modificazione con l'invecchiamento della funzione respiratoria durante l'attività fisica.

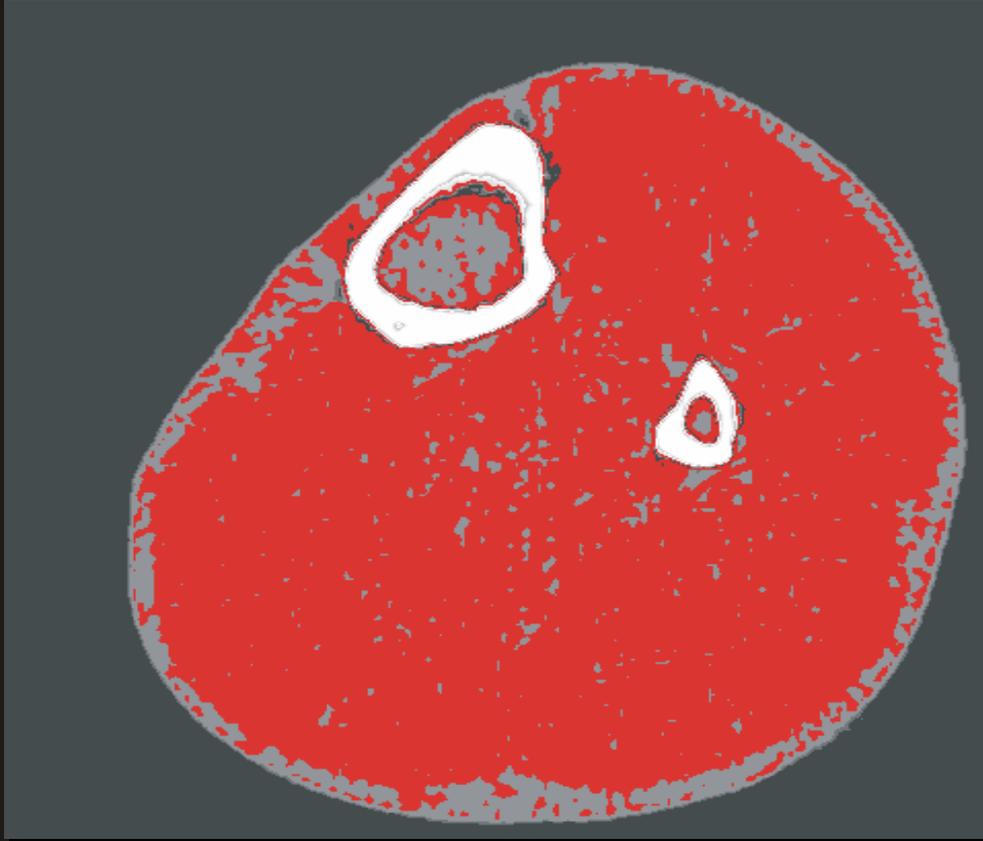
- ↓ ventilazione volontaria massima.
-
- ↑ equivalente respiratorio (ventilazione minuto/produzione di CO₂).
- = frequenza respiratoria massima.
- ↑ dispnea durante intenso esercizio.

FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

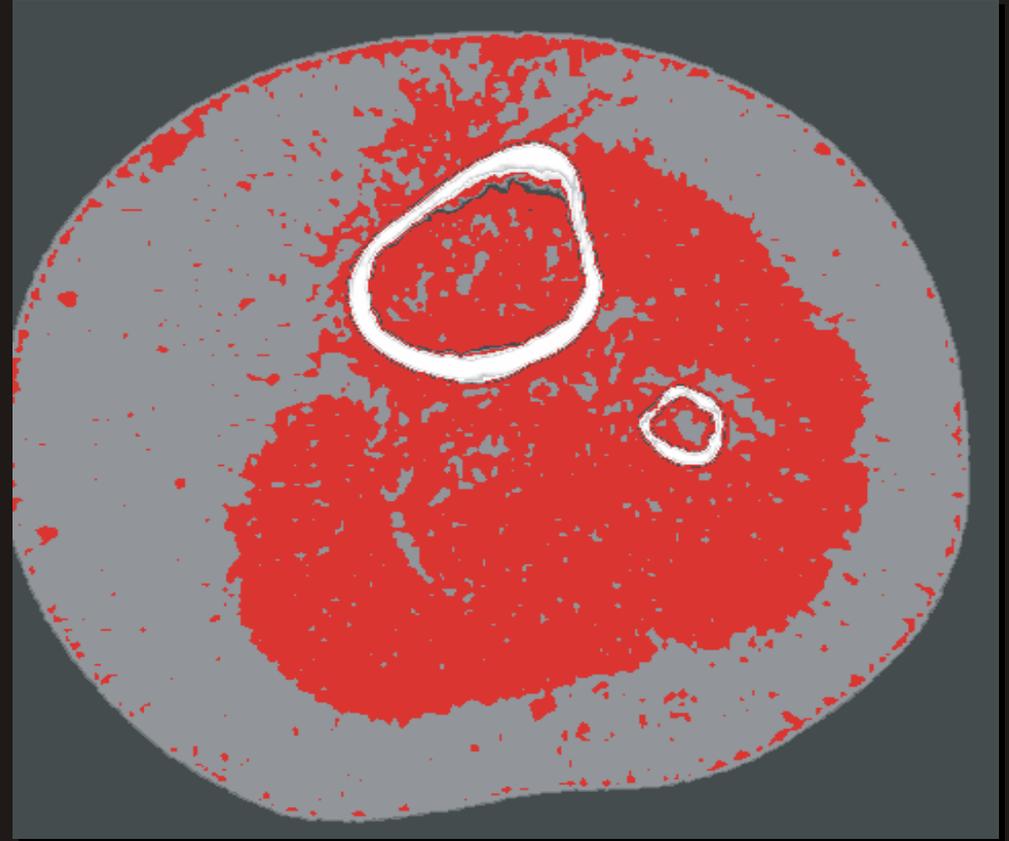
APPARATO MUSCOLARE (SARCOPENIA)

Struttura:

- **↓ numero fibre muscolari**
- **↓ sistemi enzimatici deputati produzione energia**



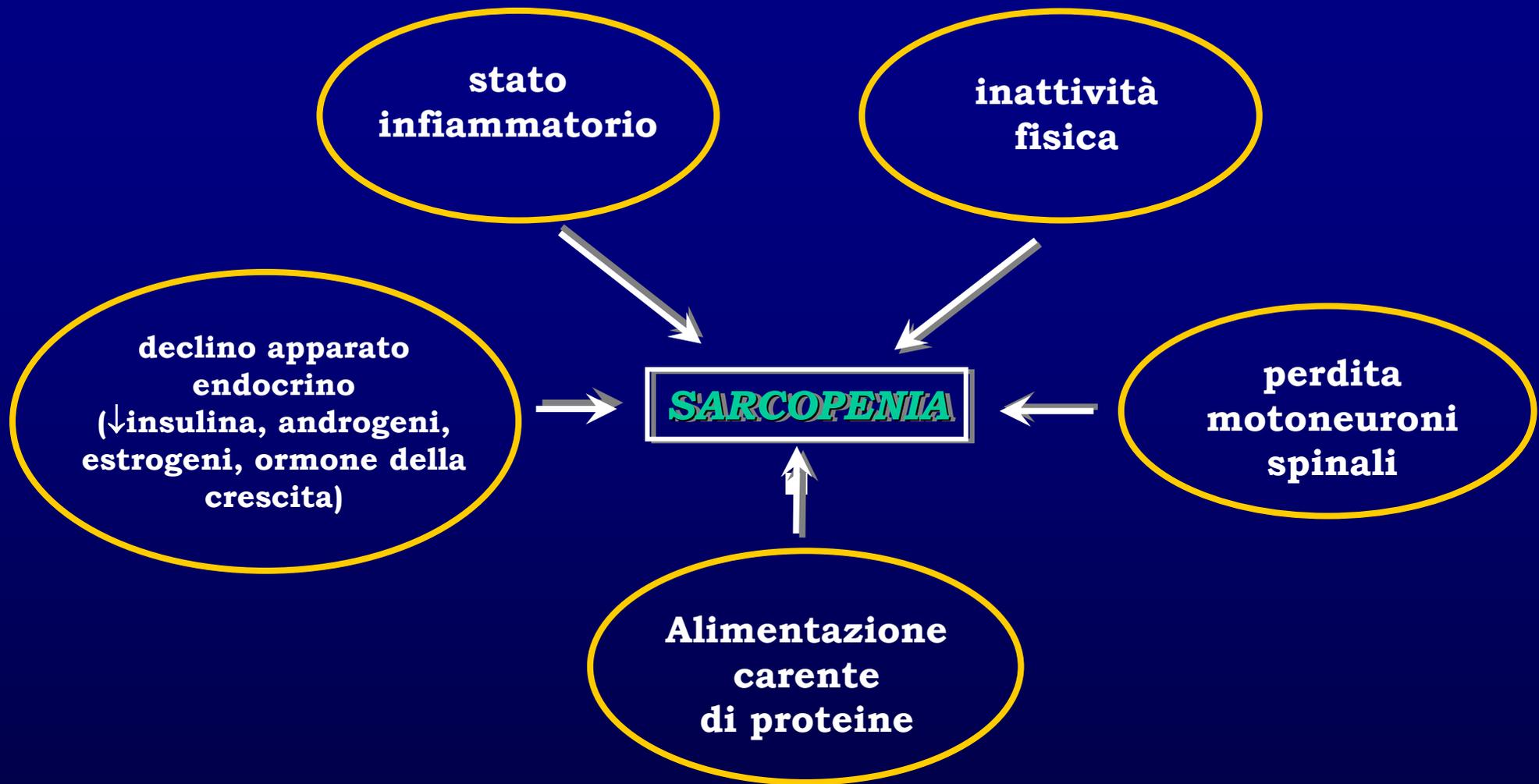
Woman, 25 yrs



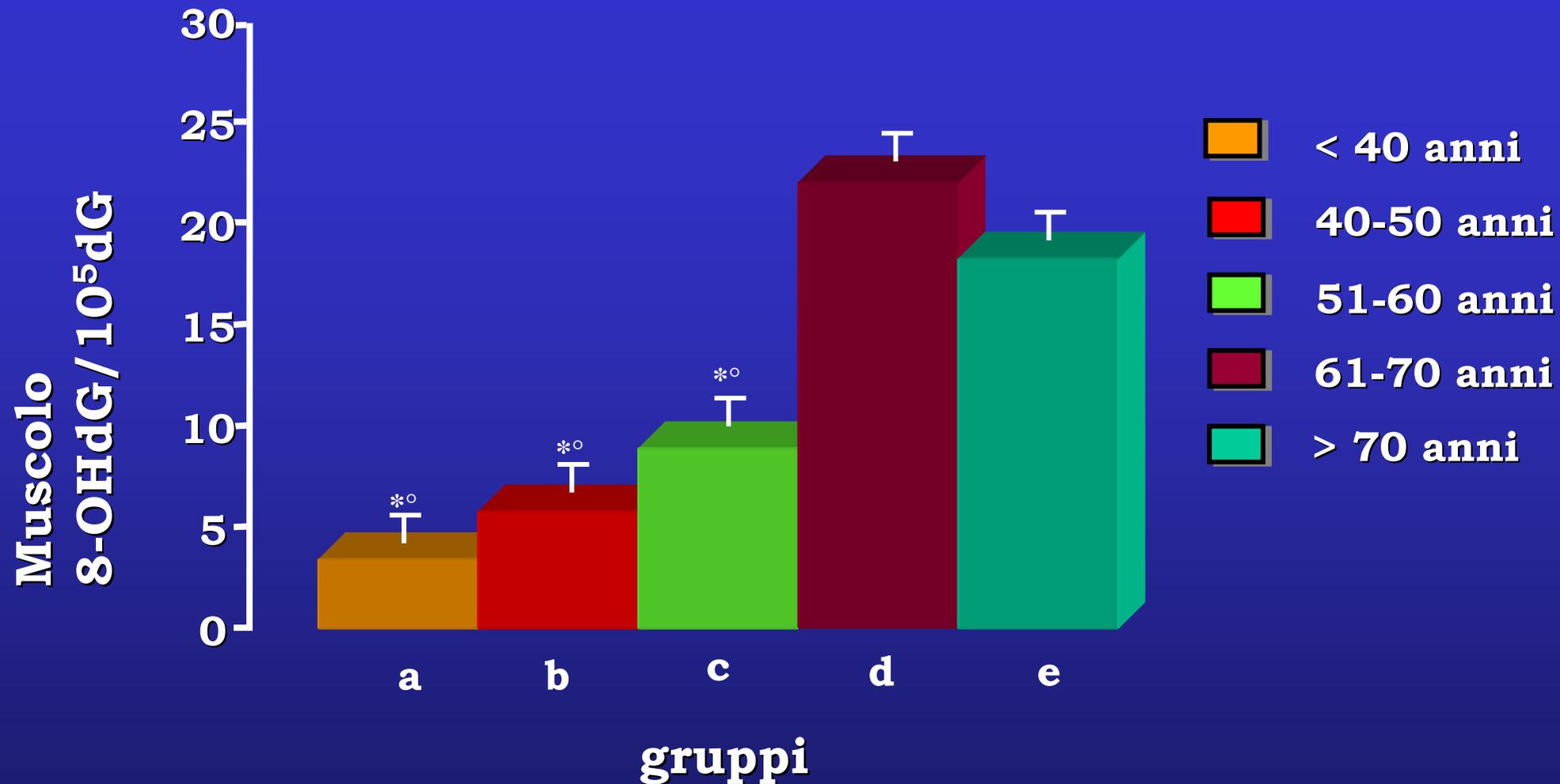
Woman, 80 yrs



InCHIANTI



Ipotesi relative alla patogenesi della sarcopenia



(Mecocci P. et al., 1999)

* $p < 0.001$ vs d ° $p < 0.001$ vs e

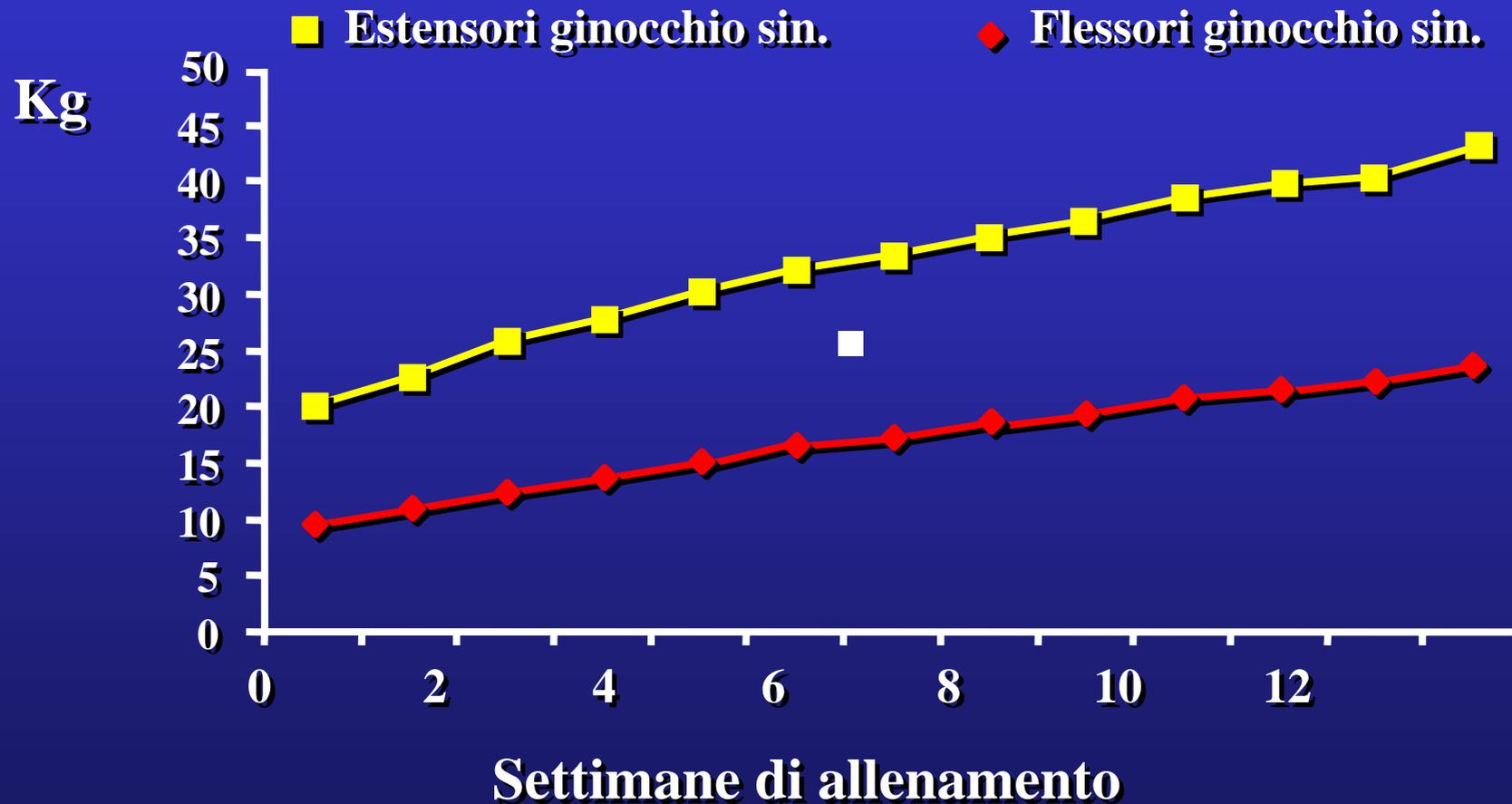
Conseguenze della sarcopenia nell'anziano

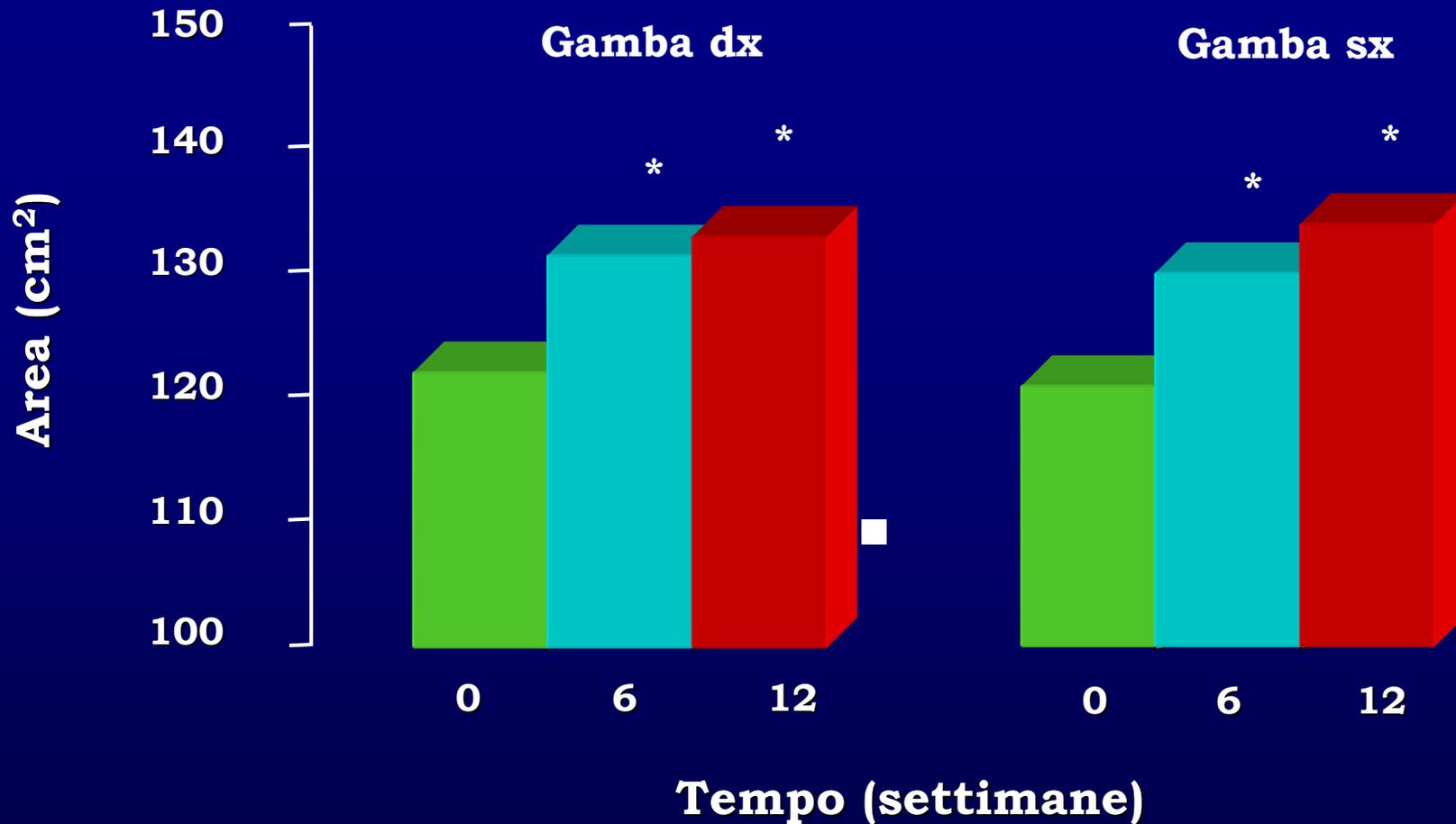
- ↓ forza, potenza e resistenza muscolare
 - ↓ massa ossea
 - ↓ equilibrio
 - ↓ isolamento corporeo
 - ↓ produzione basale di calore
 - ↑ calore specifico
 - ↓ contenuto corporeo acqua
 - ↓ capacità dispersione cutanea calore
 - ↓ metabolismo base ed utilizzo glucosio

Implicazioni cliniche della sarcopenia nell'anziano

- ↓ autonomia funzionale, ↑ disabilità
 - ↑ osteoporosi
 - ↑ rischio cadute, ↑ rischio fratture
 - ↑ rischio ipotermia
 - ↑ rischio ipertermia
 - ↑ tessuto adiposo
 - ↑ rischio cardiovascolare

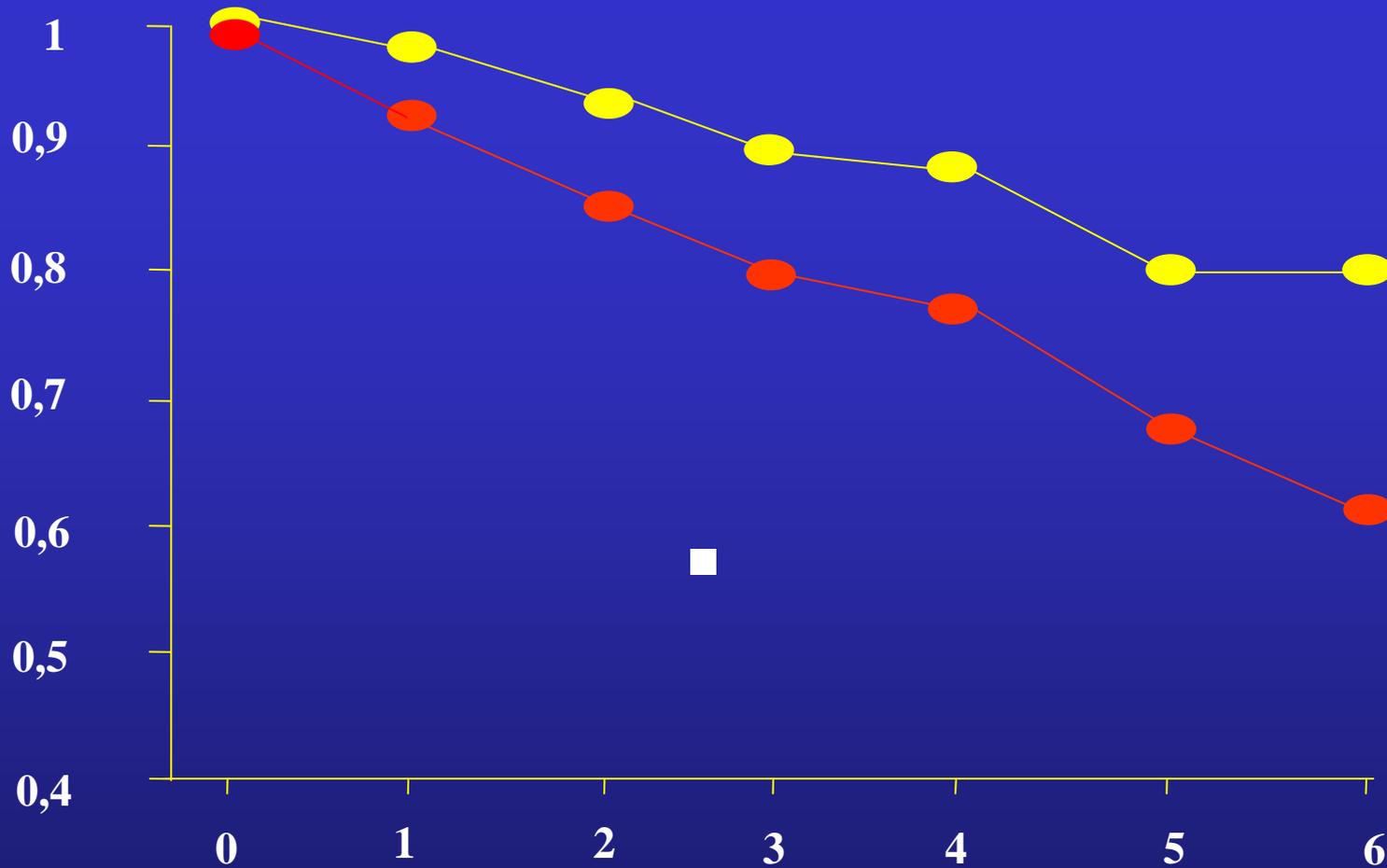
Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function





Modificazioni dell'area muscolare a livello della gamba destra e di quella sinistra valutate mediante tomografia computerizzata dopo 6 e 12 settimane di allenamento contro resistenza. * $p < 0.05$ vs area all'inizio dello studio (Frontera W.R. et al., 1988).

Probabilità cumulativa di rimanere liberi da diabete



Anni dall'inizio dello studio

Proporzione di individui con ridotta tolleranza glucidica che non hanno sviluppato diabete nel corso dello studio. Il rischio relativo di diabete nel gruppo di intervento è risultato pari a 0,4 ($p < 0,001$). (● gruppo di controllo), (○ gruppo di intervento che ha ridotto il proprio peso corporeo e praticato una regolare attività fisica).

FISIOLOGIA DELL'INVECCHIAMENTO

APPARATO OSTEOARTICOLARE

Struttura:

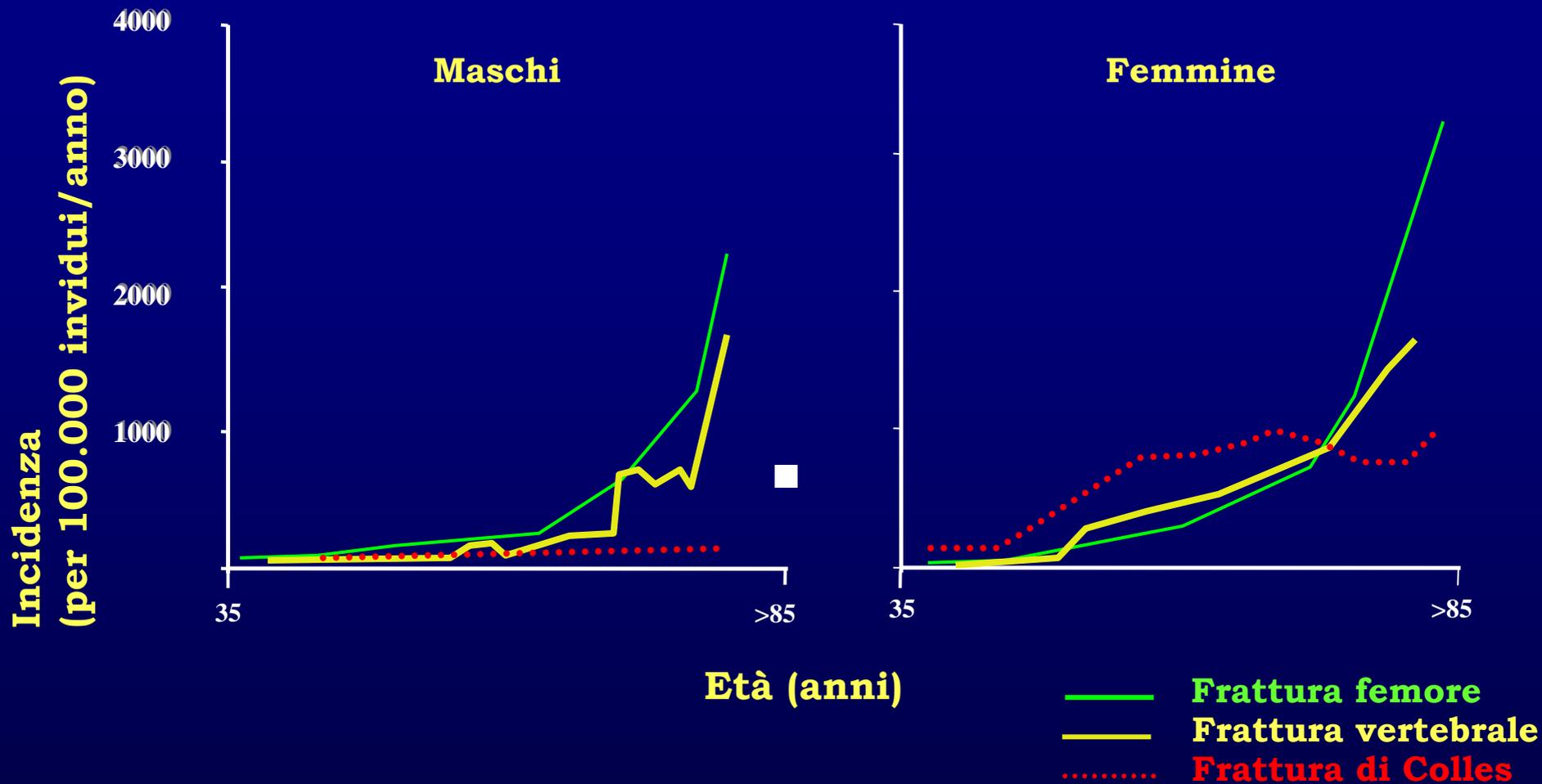
- ↓ massa ossea trabecolare e corticale
 - alterazioni quantitative e qualitative matrice ossea
 - ↓ attività osteoblastica
- ↓ GAG, elastina e contenuto acqua nella cartilagine e nei tendini

Funzione:

- ↓ capacità biomeccaniche cartilagine e tendini
- ↓ resistenza osso

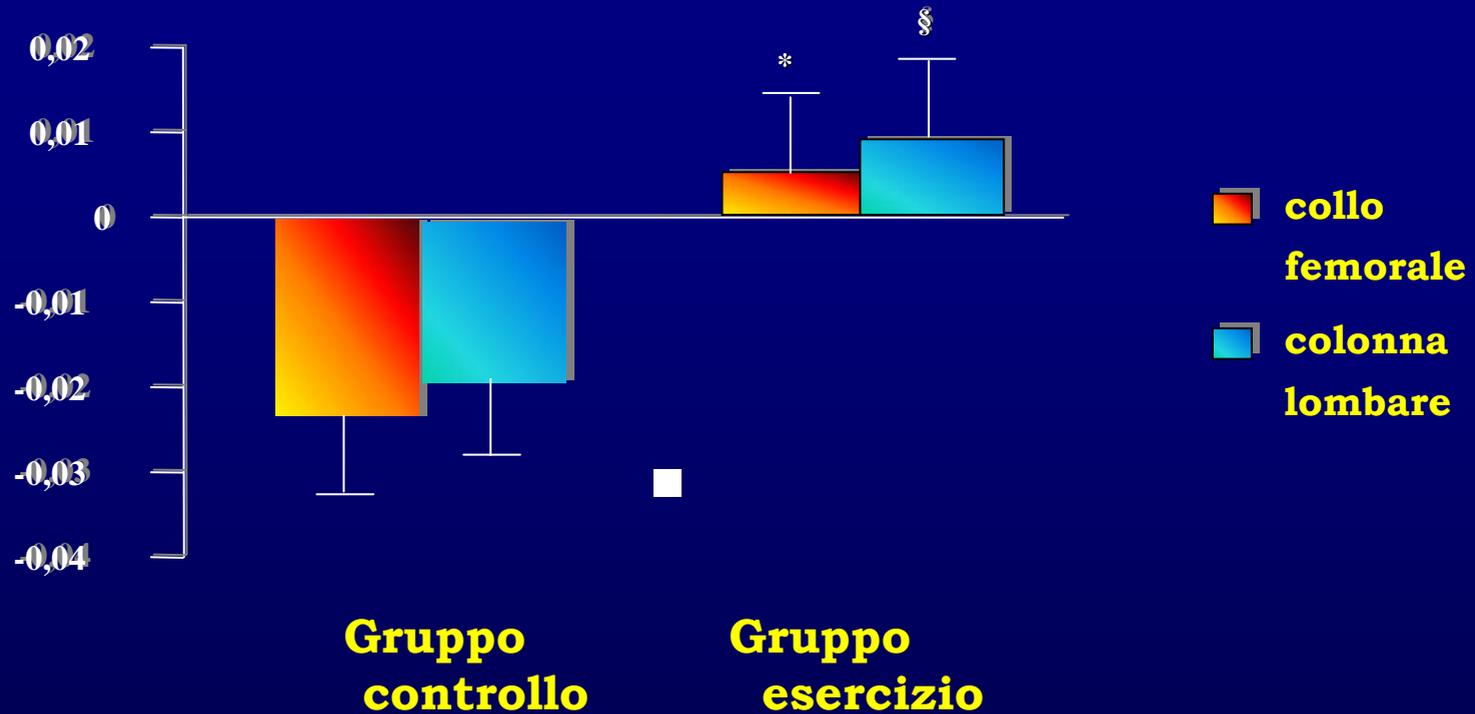
Implicazioni cliniche:

- ↑ incidenza fratture



Incidenza delle fratture di femore, vertebrali e dell'avambraccio distale (frattura di Colles) in rapporto all'età ed al sesso. (Lips P., 1997)

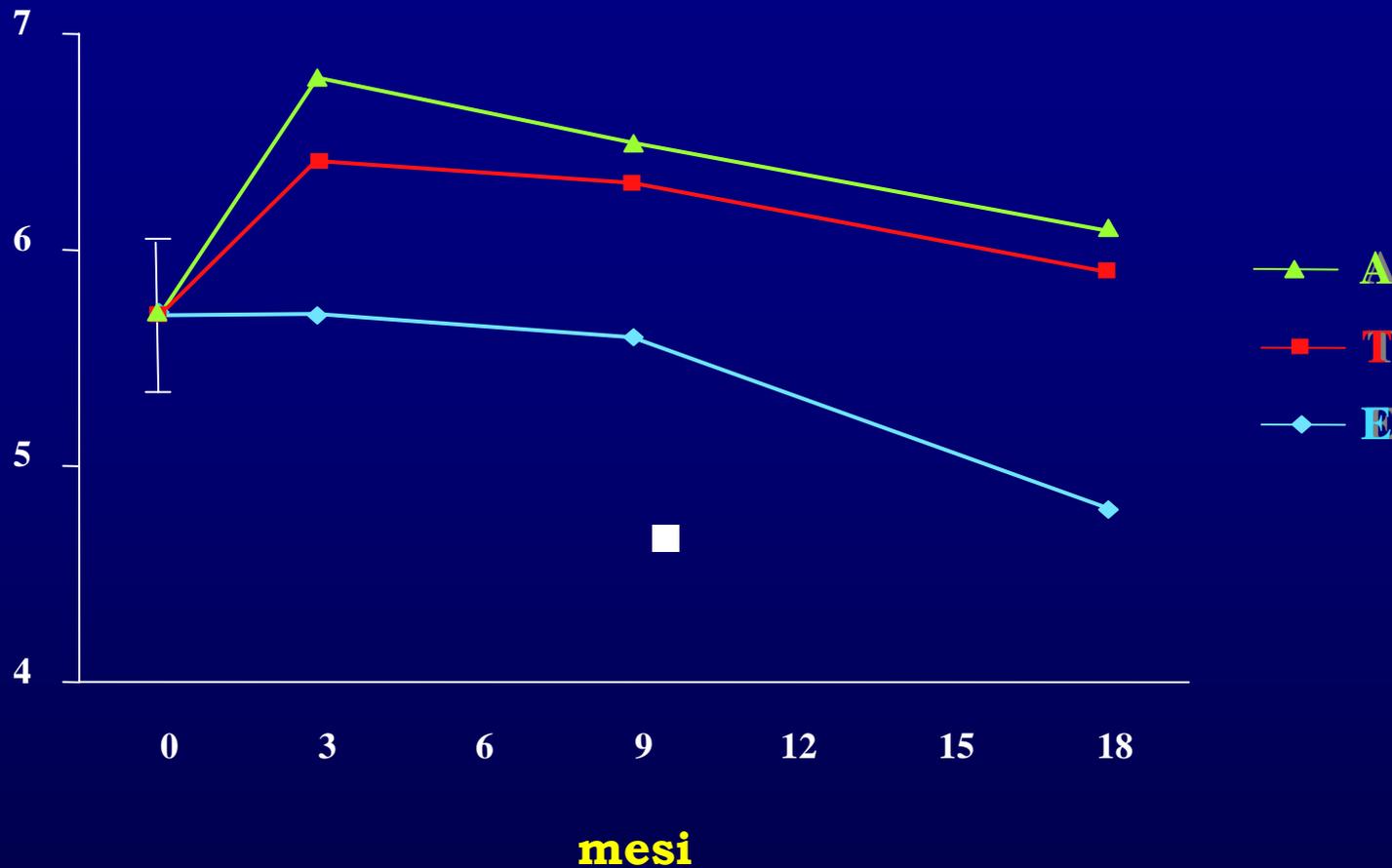
**Cambiamento densità ossea
(g/cm²)**



Modificazioni della densità ossea a livello del collo femorale e della colonna lombare nel gruppo che ha praticato attività motoria ed in quello di controllo. (Nelson M.E. et al., 1994).

*** p =.02; § =.04**

Tempo di equilibrio (secondi)



Valore medio del tempo di equilibrio ad occhi aperti nei tre gruppi (A: esercizio aerobico; E: educazione sanitaria; T: allenamento contro resistenza). (Messier S.P. et al., 2000).

Effetti dell'attività fisica sul rischio di cadute nell'anziano (*Province M.A., 1995*)

Scopo: determinare se la partecipazione ad un programma di attività fisica riduce il rischio di cadute e di lesioni conseguenti a cadute nell'anziano

Metodi: analisi combinata dei risultati di 7 studi (5 in anziani che vivevano nella propria abitazione, 2 in anziani in casa di riposo)

Conclusione: la partecipazione all'attività fisica, in particolare a quella che ha l'obiettivo di migliorare l'equilibrio, riduce il rischio di cadute.

Attività fisica e disabilità nell'anziano

Anziano

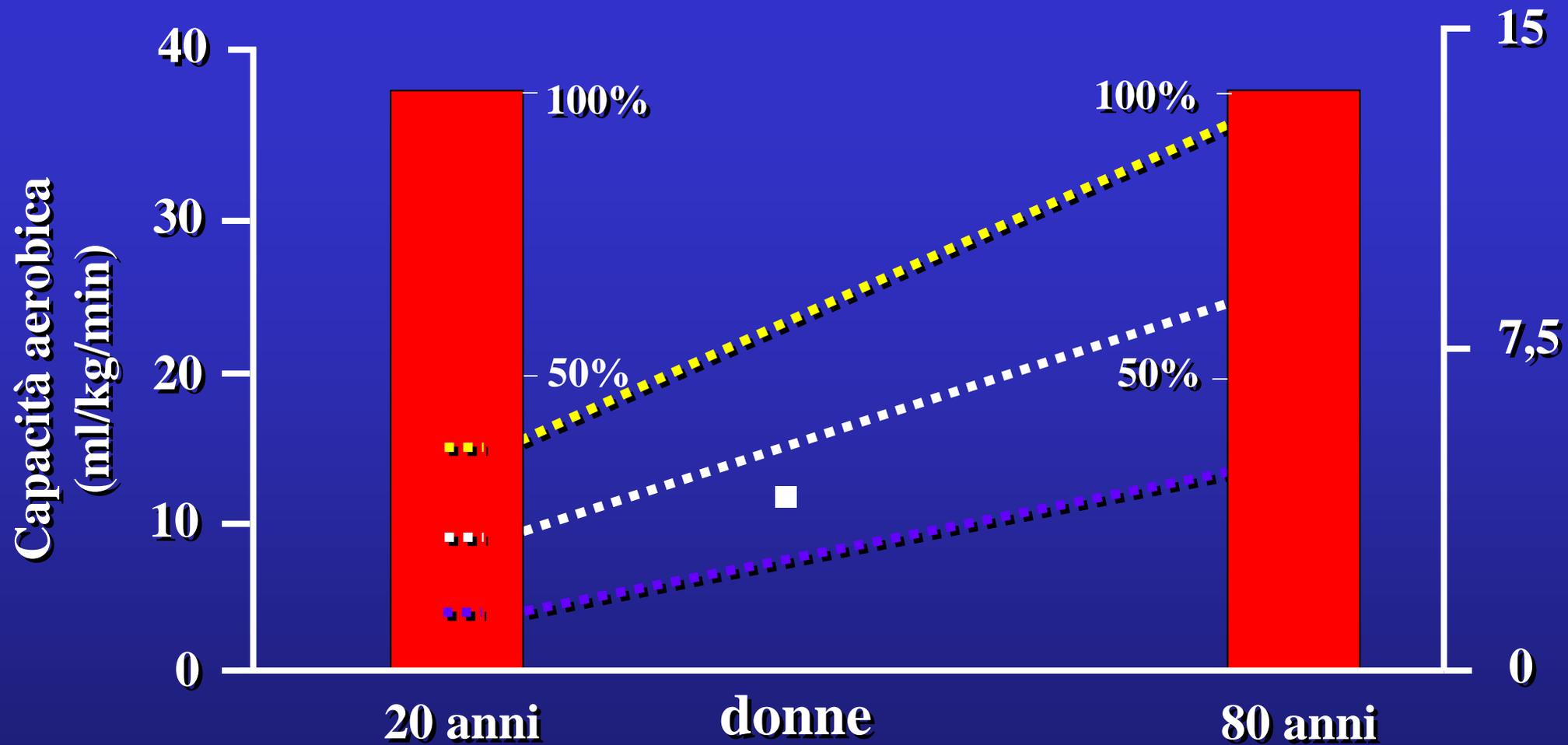
↓ capacità fisiologica

- **neurologica**
- **muscoloscheletrica**
- **cardiovascolare e respiratoria**

**(↓ forza muscolare, capacità
aerobica, flessibilità, equilibrio
ecc.)**



**D
I
S
A
B
I
L
I
T
À**



Camminare a 4.8 km/h

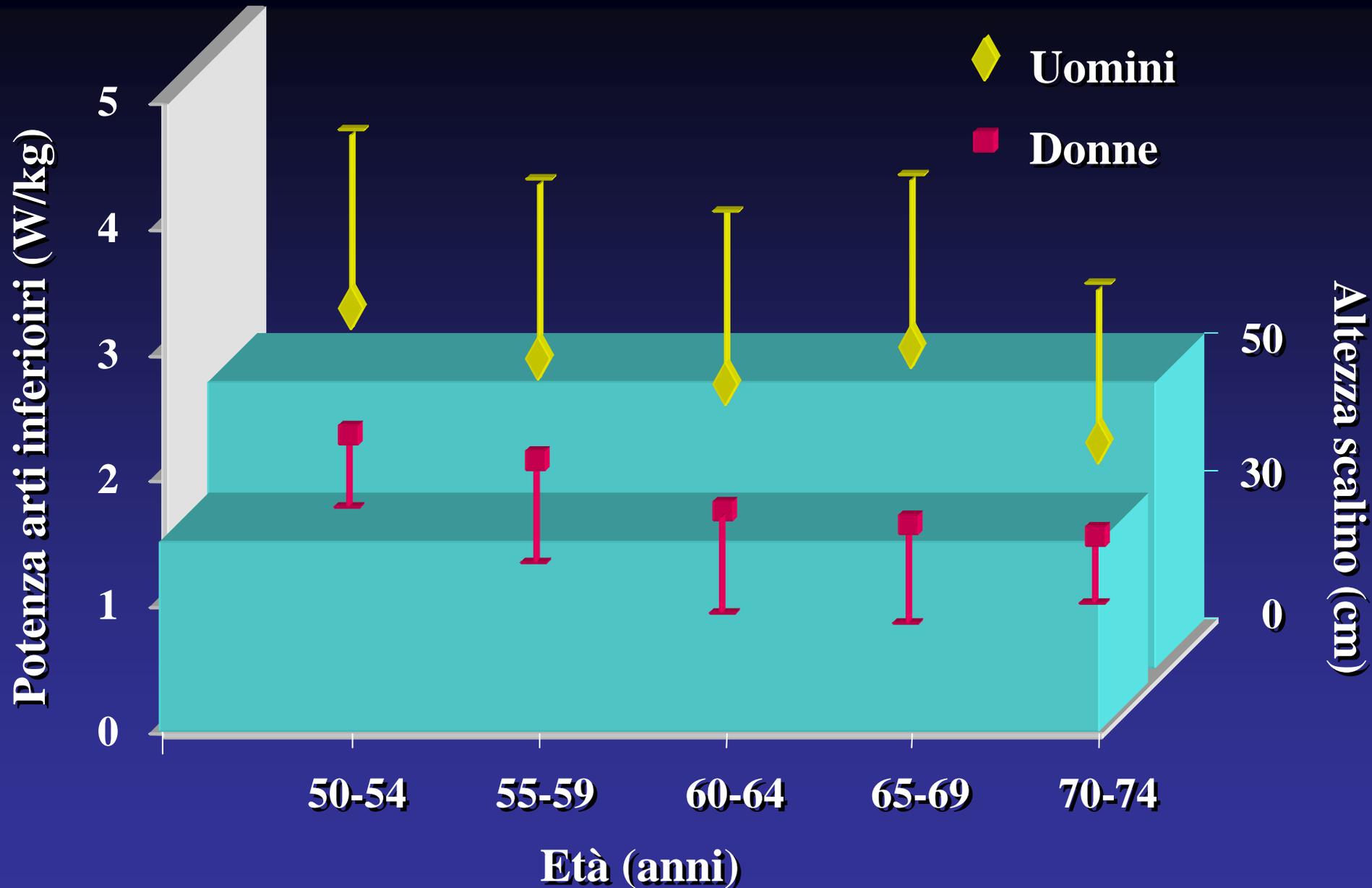


Vestirsi/svestirsi



Stare seduta





Skelton D.A., 1999

invecchiamento



malattie



stile di vita



(sedentarietà, fumo)

Anziano

↓ capacità fisiologica

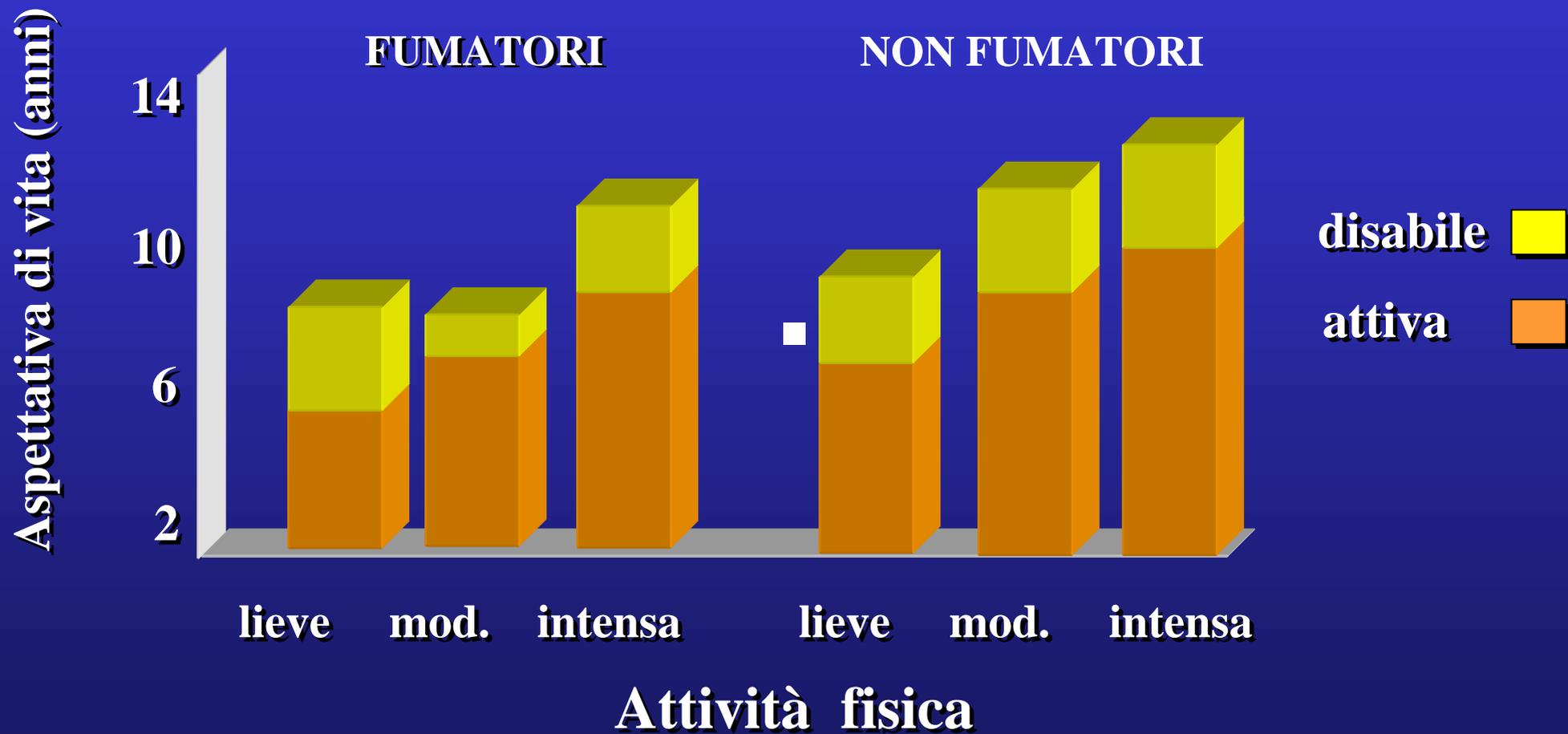
- **neurologica**
- **muscoloscheletrica**
- **cardiovascolare e respiratoria**

**(↓ forza muscolare, capacità
aerobica, flessibilità, equilibrio
ecc.)**

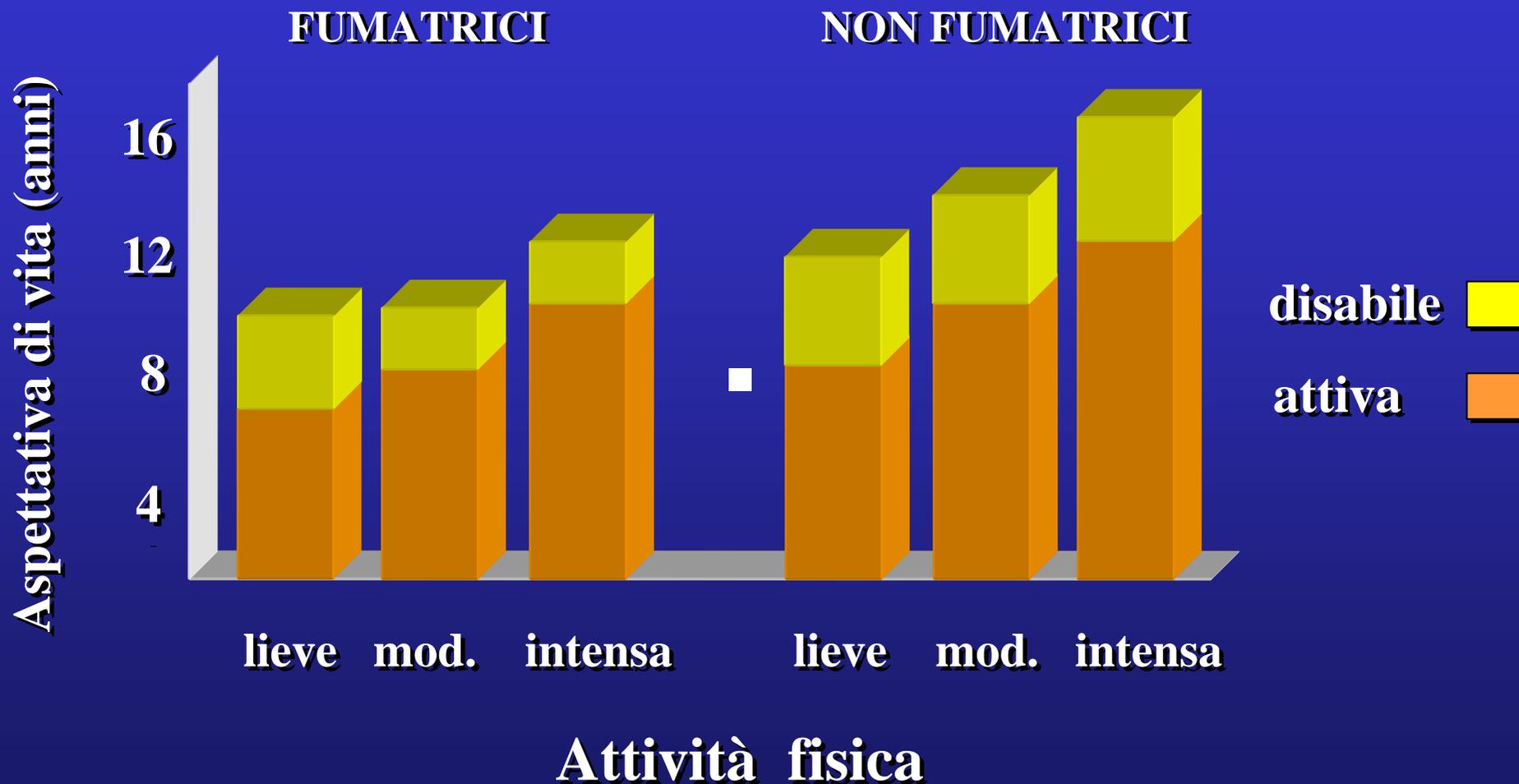


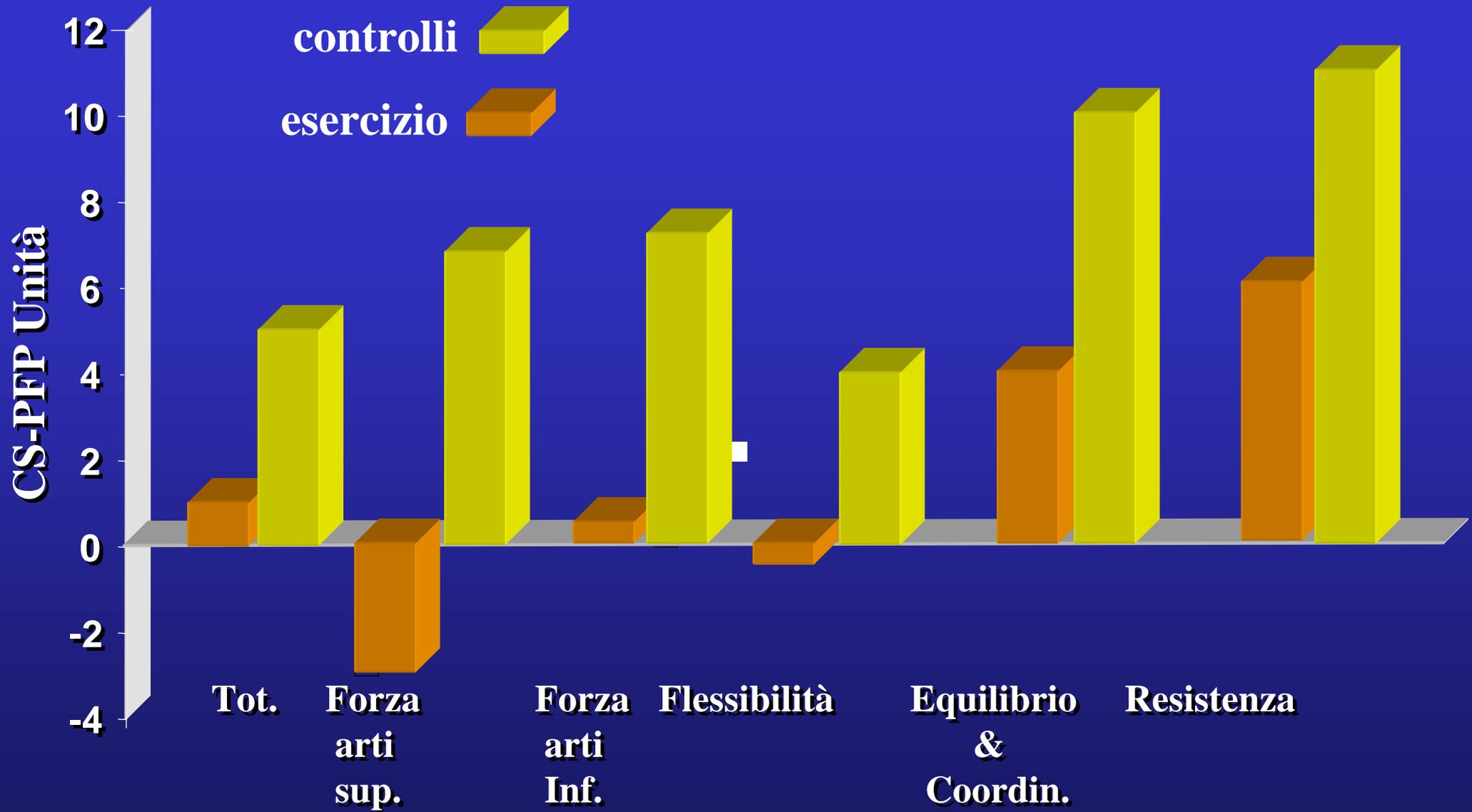
**D
I
S
A
B
I
L
I
T
À**

UOMINI 75 anni



DONNE 75 anni





Cress M.E. et al., J Geront, 1999

Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people

Fiatarone M.A. et al., N. Engl. J. Med., 1994

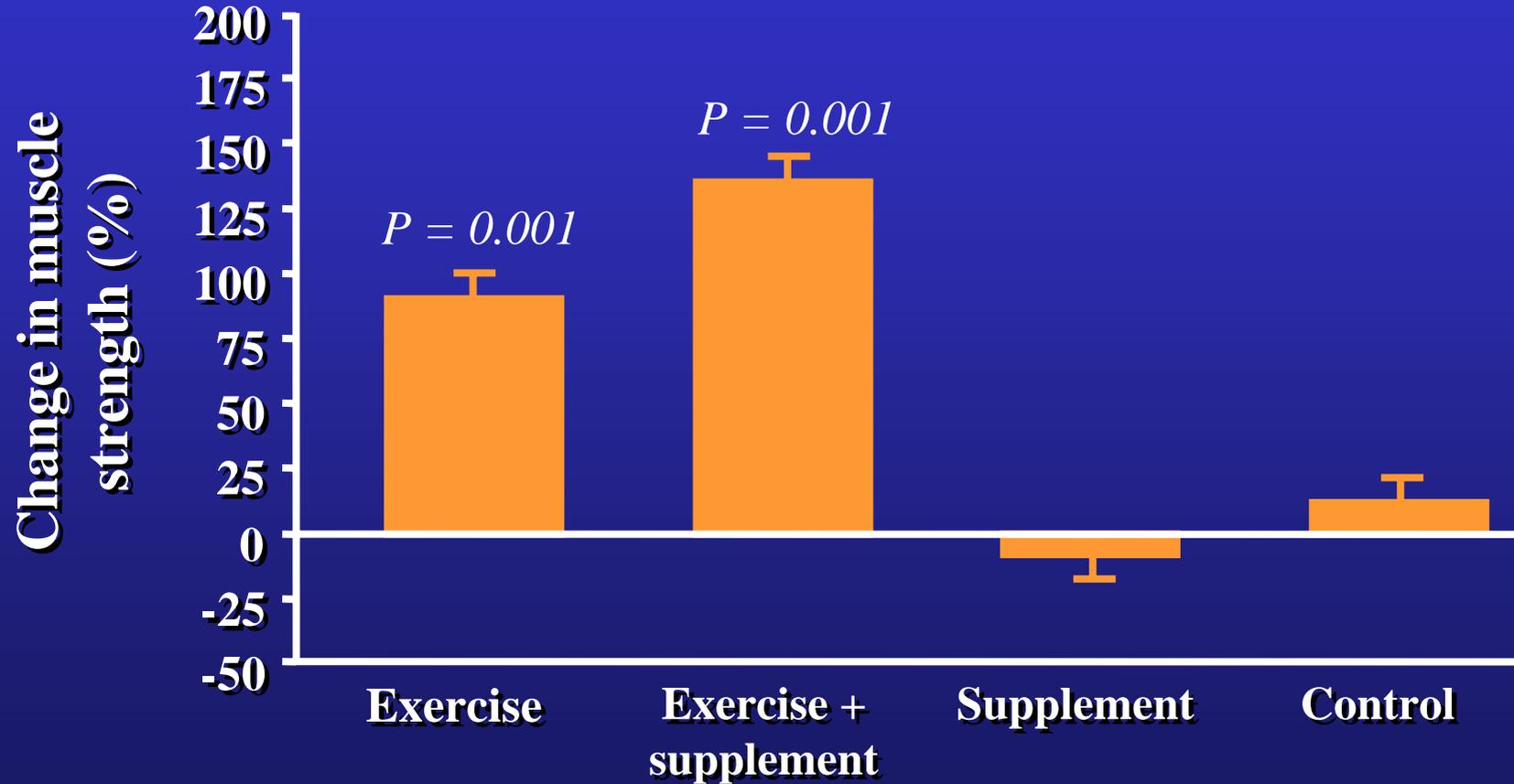
Randomized, placebo-controlled trial comparing progressive resistance exercise training, multivitamin supplementation, both interventions, and neither in 100 frail nursing home residents over a 10-week period.

Baseline characteristics of the subjects

	EXERCISE (N.25)	EXERCISE + SUPPLEMENT (N.25)	SUPPLEMENT (N.25)	CONTROL (N.25)
Age (yr)	72-95	76-98	75-97	78-98
Level of dependence (% of subj.)				
- Independent	32.0	36.0	41.7	38.5
- Semidependent	64.0	56.0	54.2	53.9
- Dependent	4.0	8.0	4.2	7.7
Regular medications (no.)	4.5	5.3	6.4	5.1
Diagnoses (no.)	5.6	4.9	5.0	4.7
Mini-Mental State score	20.9	23.2	22.7	22.2
Depression score (GDS)	8.2	9.9	9.5	12.7

Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people

Fiatarone M.A. et al., N. Engl. J. Med., 1994



Mean (\pm SE) changes in muscle strength after exercise, nutritional supplementation, neither, or both

	Study group			p value		
	Ex.	Ex. + suppl.	Cont.	Exer.	Suppl.	
Gait (m/sec)	8.6	14.9	5.2	-7.2	0.02	0.31
Stair (W)	33.8	23	12.5	-5.2	0.01	0.74
Physical activity	51	17.6	-6.7	-2.6	0.03	0.34

Fiatarone M.A. et al., N. Engl. J. Med., 1994

CONCLUSIONI (I)

E' ormai dimostrato che lo stato di salute e di autonomia funzionale dell'anziano non dipende esclusivamente dall'invecchiamento ma è influenzato in misura importante dalle malattie e dallo stile di vita, ed in particolare dal livello di attività fisica



Una regolare attività fisica costituisce un fattore in grado di contrastare la riduzione della riserva funzionale che si verifica nei soggetti anziani e di consentire un invecchiamento in condizioni ottimali

CONCLUSIONI (II)

Una regolare attività fisica costituisce un fattore protettivo nei confronti della comparsa di numerose malattie e della disabilità in età avanzata

Anziani sani ed anziani fragili già disabili possono migliorare il loro stato di salute ed il livello di autonomia funzionale attraverso la partecipazione ad un programma di attività fisica

I meccanismi attraverso i quali l'attività fisica agisce sono almeno due, da una parte il miglioramento dei parametri di capacità fisiologica (capacità aerobica, forza muscolare, equilibrio, ecc.), dall'altra la prevenzione, il trattamento e la riabilitazione delle patologie disabilitanti

CONCLUSIONI (III)

Le organizzazioni pubbliche statunitensi raccomandano un'attività fisica moderata per almeno 30 minuti nella maggior parte, meglio ancora se in tutti, i giorni della settimana.



La prescrizione dell'attività fisica va sempre individualizzata, anche se un programma completo, comprendente attività aerobica, contro resistenza, cioè per aumentare la forza muscolare, e per il miglioramento della flessibilità e dell'equilibrio è di solito raccomandabile nell'anziano.

A. Cherubini, R. Rossi, U. Senin

Attività fisica ed invecchiamento

Una guida per la promozione della salute nell'anziano



EdiSES

>Claudia Benedetti

>Maria Chiara Ceccucci

>Emanuela Costanzi



>Sara Ercolani

>Patrizia Rinaldi

Sezione di Gerontologia e Geriatria, Università di Perugia