CORSO DI LAUREA IN SCIENZE MOTORIE

ENDOCRINOLOGIA DELLO SPORT

Prof. Massimo Mannelli

Dipartimento di Scienze Biomediche Sperimentali e Cliniche "Mario Serio"

Unità di Endocrinologia

e-mail: massimo.mannelli@unifi.it

Libri di testo consigliati:

Endocrinologia dell'esercizio fisico,

M. Cappa, UTET Collana: Scienze delle Sport (Direttore Scientifico: Antonio Del Monte)

Endocrinologia e attività motorie.

A. Lenzi, G. Lombardi, E. Martino, F. Trimarchi

Elsevier Masson

Elementi di Fisiologia del Fitness (Cap 11, pagg. 107-154)

C. Moretti, E. Alicicco

EMSI (Edizioni Medico Scientifiche Internazionali) Roma

PROGRAMMA: 12 SETTIMANE, 24 ORE, 2 CREDITI

Ormoni ed esercizio fisico (1 lezione)
- Meccanismi di adattamento allo sforzo
- Sistema simpato-adrenergico
- Ipertensione ed esercizio fisico

Surrene ed esercizio fisico (1 lezione)
- Asse CRF-ACTH-cortisolo
- Sistema oppioide
- Ormoni glicoattivi
- Ormoni mineralattivi
- Patologia surrenalica ed esercizio fisico

Asse Ormone della crescita –IGF1 (1 lezione)
- Regolazione nervosa della secrezione del GH
- Regolazione metabolica della secrezione del GH
- Esercizio fisico e secrezione del GH
- IGF1: azioni biologiche

Ormoni gonadici ed esercizio fisico (1 lezione)

- Regolazione dell'asse ipotalamo-ipofisi-gonadi nel maschio
- Regolazione dell'asse ipotalamo-ipofisi-gonadi nella femmina
- Ormoni gonadici ed esercizio fisico

Pubertà ed esercizio fisico (1 lezione)

- Fisiologia della pubertà
- Effetti dell'esercizio fisico sulla pubertà

Tiroide ed esercizio fisico (1 lezione)

- Regolazione della funzione tiroidea
- Azione biologica degli ormoni tiroidei
- Funzione tiroidea ed esercizio fisico
- Ipotiroidismo, ipertiroidismo ed esercizio fisico

Regolazione idrosalina ed esercizio fisico (1 lezione)

- Vasopressina e regolazione del metabolismo idroelettrolitico
- Vasopressina ed esercizio fisico

Metabolismo glucidico ed esercizio fisico (2 lezioni)

- Regolazione del metabolismo glucidico
- Metabolismo glucidico ed esercizio fisico
- Diabete mellito di tipo 2 ed esercizio fisico
- Diabete mellito di tipo 1 ed esercizio fisico

Metabolismo lipidico ed esercizio fisico (1 lezione)

- Regolazione del peso corporeo
- Obesità ed esercizio fisico

Doping ed esercizio fisico (1 lezione)

- Steroidi anabolizzanti
- GH
- Eritropoietina
- Cortisonici
- Insulina
- Gonadotropine

Data	Insegnante	Argomento
10 Ottobre	Prof. Mannelli	Sistema nervoso
17 Ottobre	Prof Rotella	Obesità
24 Ottobre	Dr. Parenti	Tiroide
31 Ottobre	Prof. Mannelli	Surrene
7 Novembre	Prof. Rotella	Diabete 1
14 Novembre	Prof. Mannelli	Gonadi
21 Novembre	Prof. Rotella	Diabete 2
28 Novembre	Prof. Mannelli	Pubertà
5 Dicembre	Prof. Mannelli	GH
19 Dicembre	Prof. Mannelli	Metab Idrosalino
9 Gennaio	Prof. Mannelli	Doping
16 Gennaio	Prof. Mannelli	Ripasso?

Meccanismi omeostatici

Sistema Nervoso (rapido)

Sistema Endocrino (intermedio)

Sistema Immunitario (lento)

Fisiologia dell'esercizio fisico

L'esecuzione di uno sforzo muscolare prolungato dipende dalla capacità:

di trasferire l'O_2 ai mitocondri in quantità sufficiente a soddisfare l'aumentata richiesta energetica

Eliminare la CO2 ad una velocità tale da mantenere lo stato di steady - state (equilibrio acido-base dei muscoli entro il range compatibile con un efficace accoppiamento chimico-meccanico)

Fisiologia dell'esercizio fisico

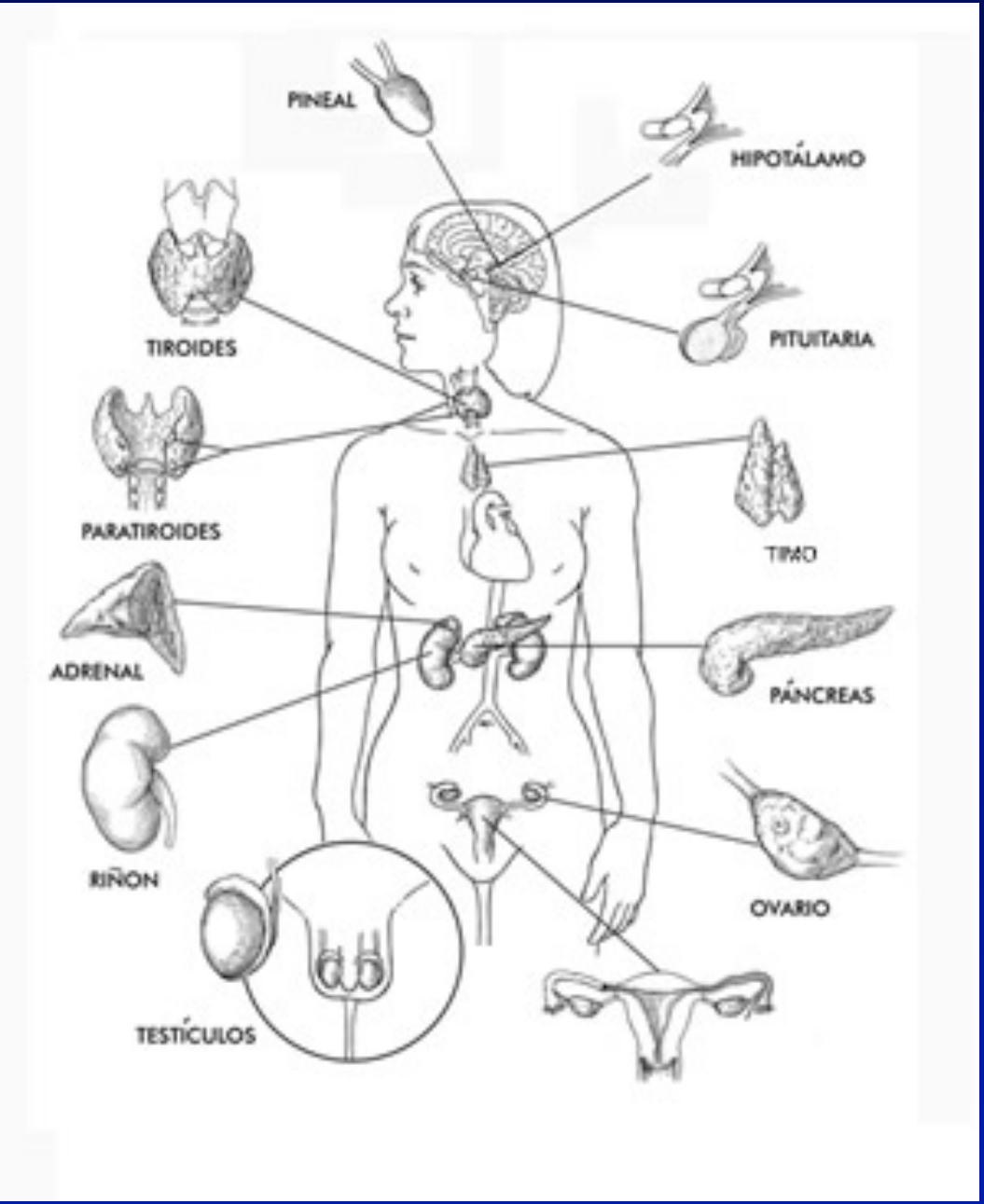
- **Nell'esercizio fisico l'organismo si adatta alle nuove e più intense richieste metaboliche attraverso aggiustamenti :**

Fisiologia dell' esercizio fisico

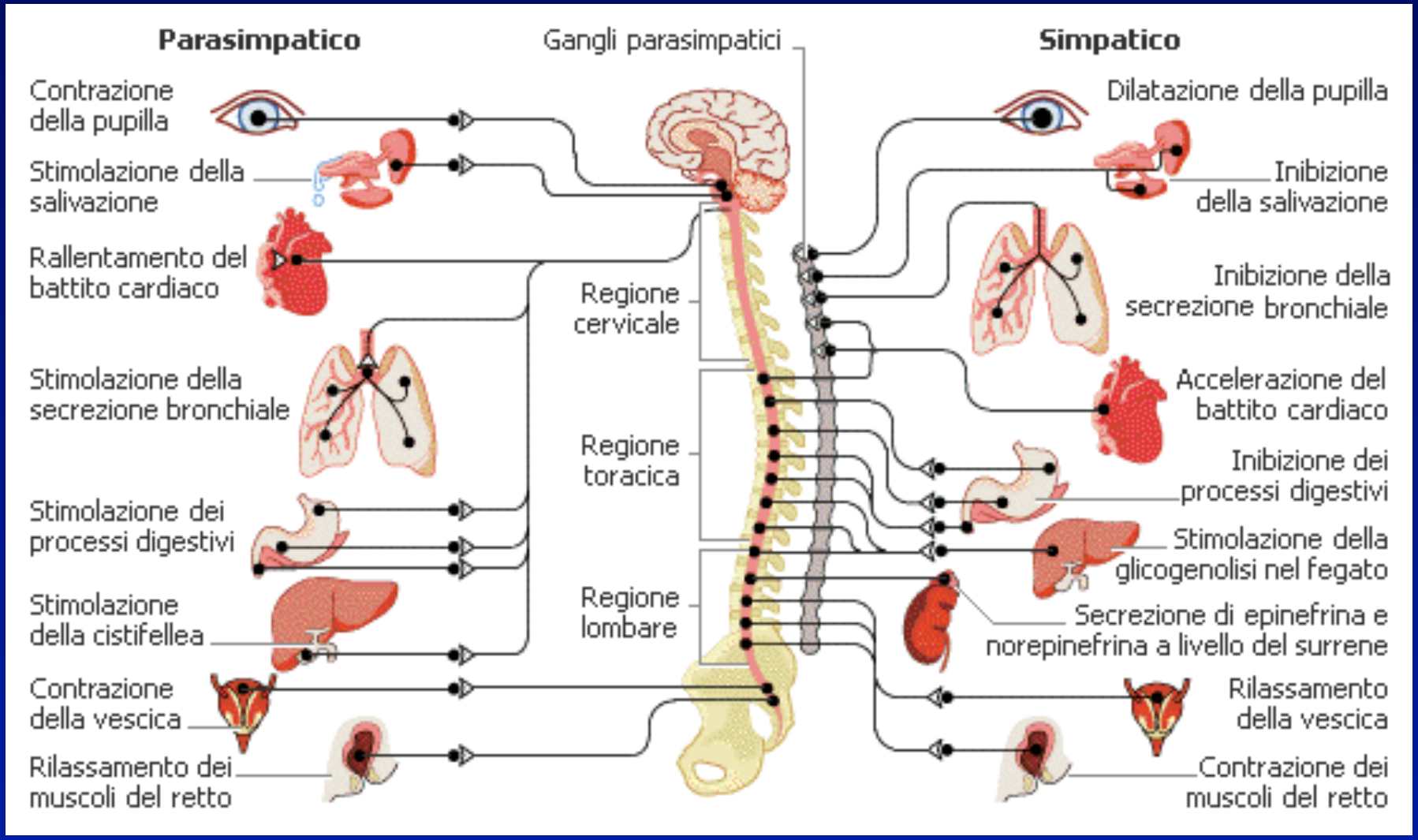
RISPOSTA ENDOCRINO-METABOLICA

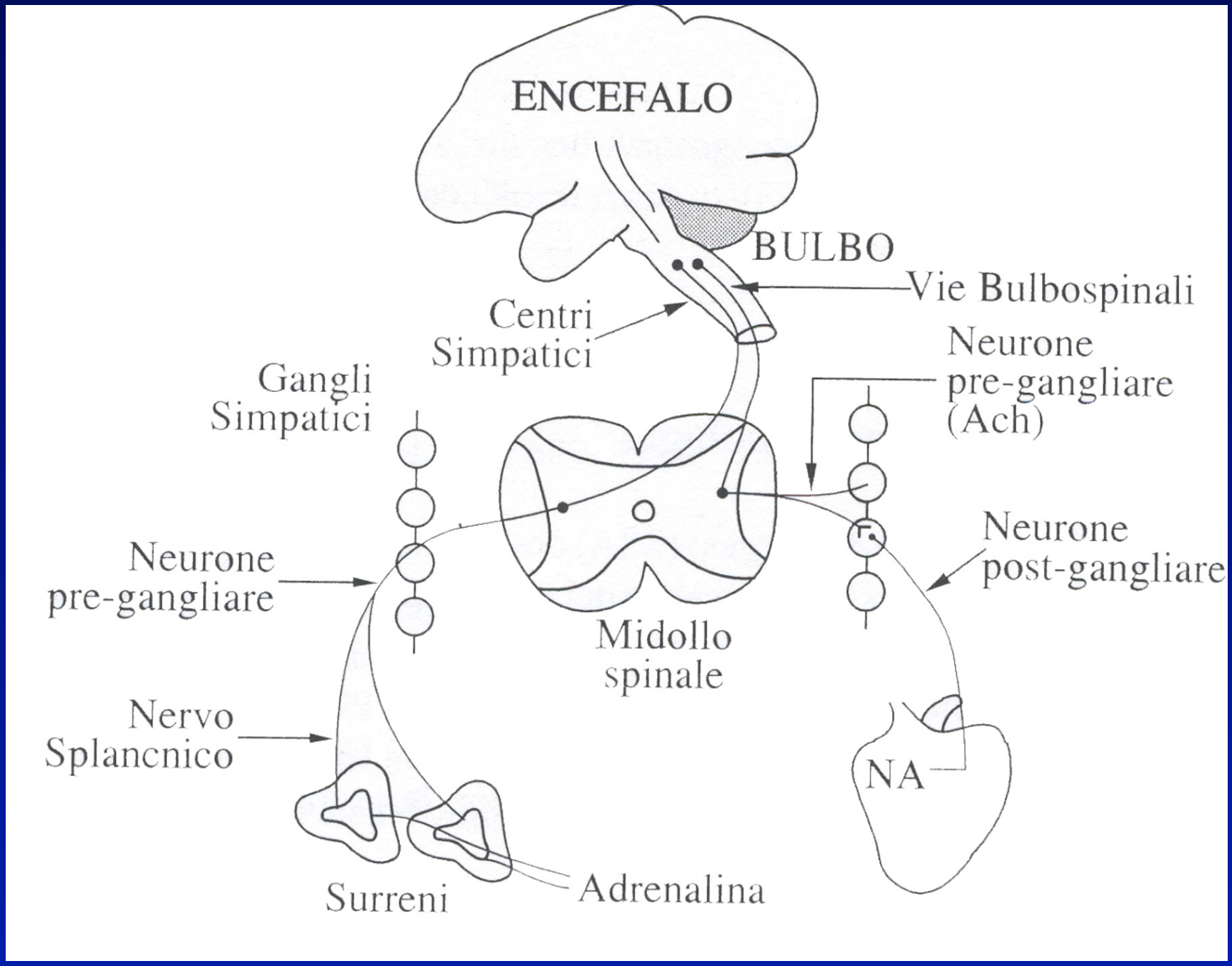
- **ACUTA**
  - ⇑ CATECOLAMINE (Glicogenolisi, Lipolisi)
  - ⇓ INSULINA
  - ⇔⇑ GLUCAGONE (Glicogenolisi)
- **CRONICA**
  - ⇑ GLUCAGONE Glicogenolisi
  - ⇑ CORTISOLO (Glicogenolisi, Neoglucogenesi)
  - ⇑ GH

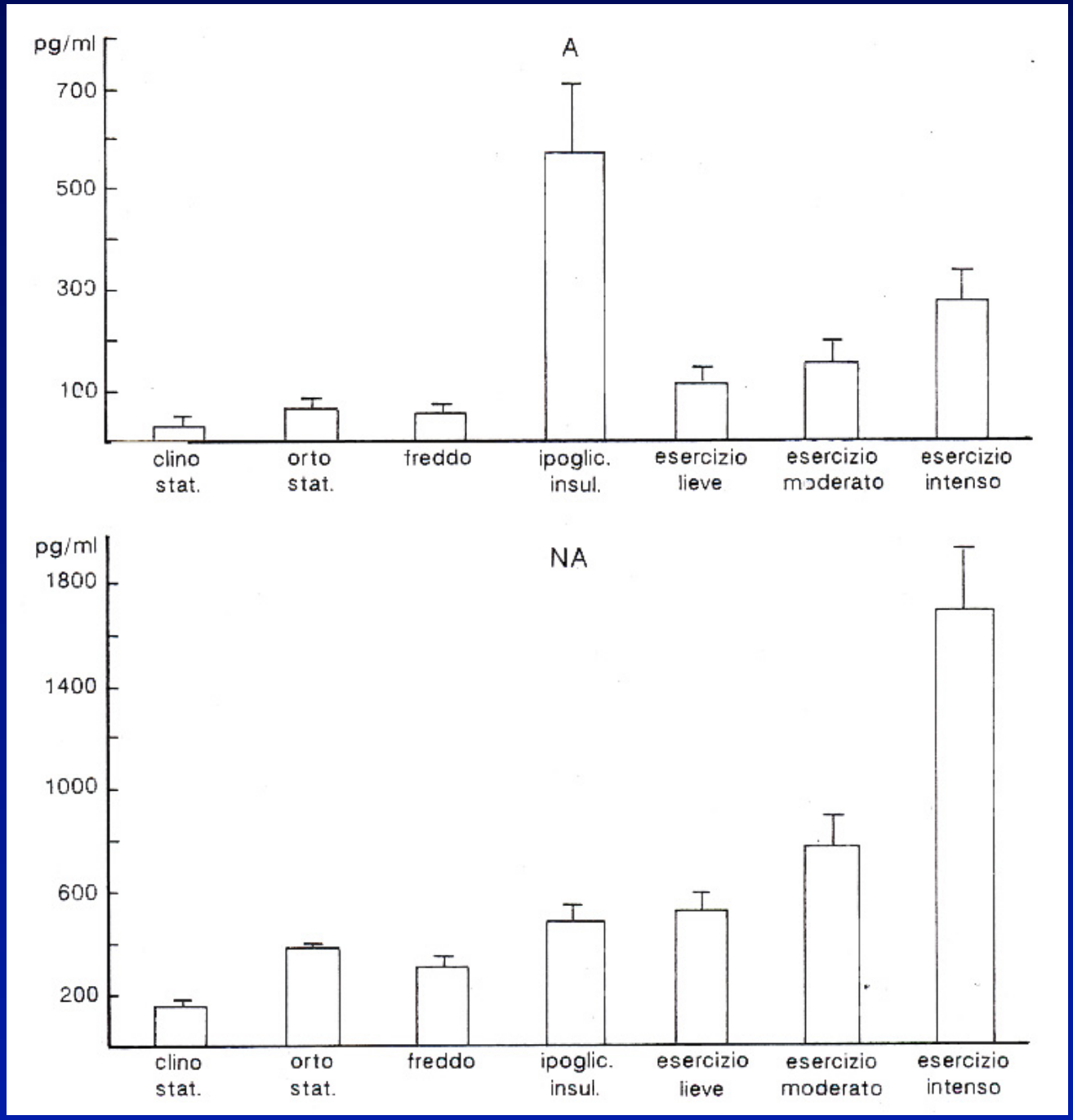
IL SISTEMA ENDOCRINO

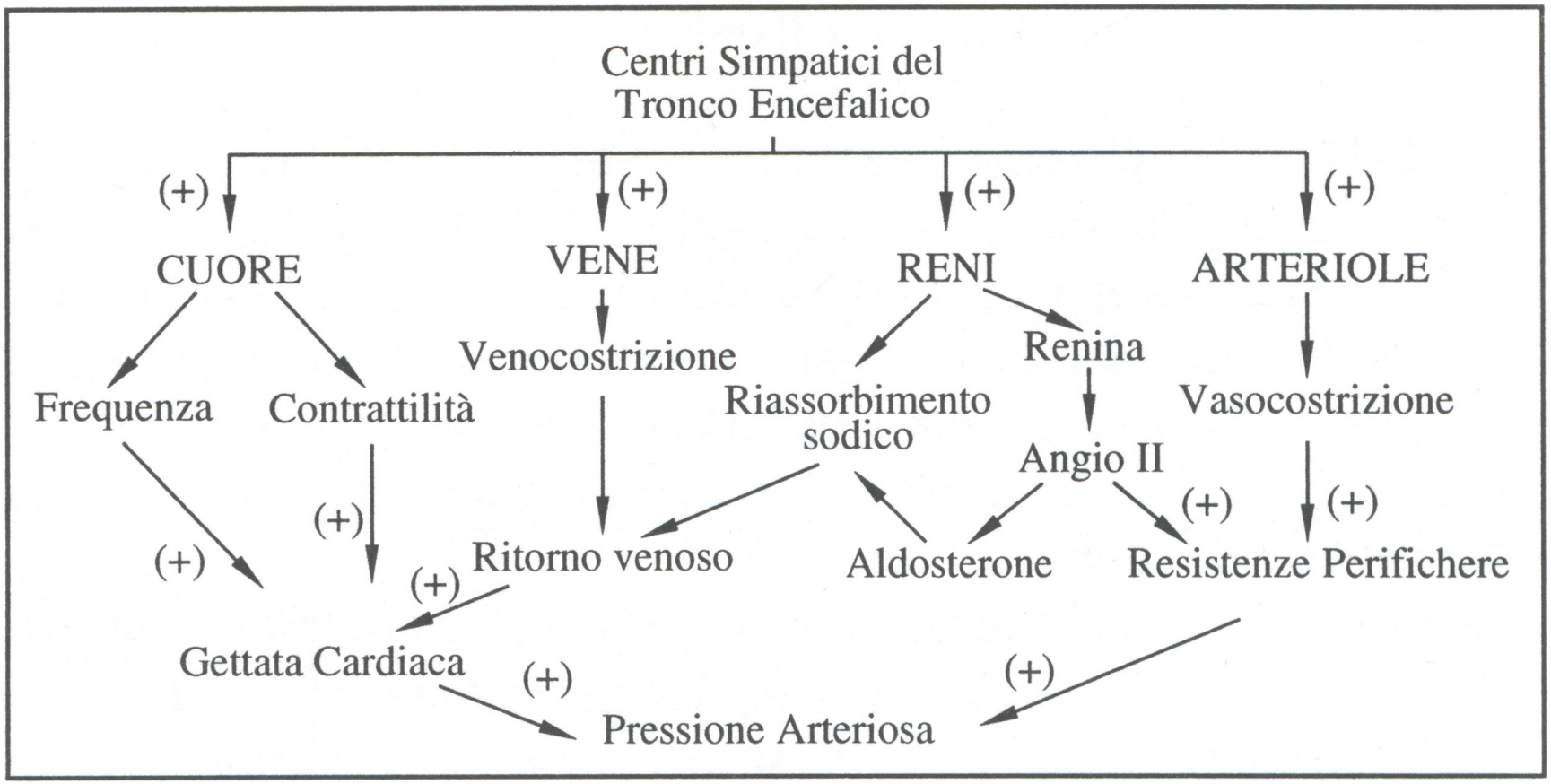


IL SISTEMA SIMPATO-ADRENERGICO


Parasimpatico
Gangli parasimpatici
Simpatico
Contrazione della pupilla
Stimolazione della salivazione
Rallentamento del battito cardiaco
Stimolazione della secrezione bronchiale
Stimolazione dei processi digestivi
Stimolazione della cistifellea
Contrazione della vescica
Rilassamento dei muscoli del retto
Regione cervicale
Regione toracica
Regione lombare
Dilatazione della pupilla
Inibizione della salivazione
Inibizione della secrezione bronchiale
Accelerazione del battito cardiaco
Inibizione dei processi digestivi
Stimolazione della glicogenolisi nel fegato
Secrezione di epinefrina e norepinefrina a livello del surrene
Rilassamento della vescica
Contrazione dei muscoli del retto


ENCEFALO
BULBO
Vie Bulbospinali
Centri
Simpatici
Gangli
Simpatici
Neurone
pre-gangliare
(Ach)
Neurone
pre-gangliare
Midollo
spinale
Neurone
post-gangliare
Nervo
Splancnico
NA
Surreni
Adrenalina


pg/ml
A
700
500
300
100
clino stat.
orto stat.
freddo
ipoglic. insul.
esercizio lieve
esercizio moderato
esercizio intenso
pg/ml
NA
1800
1400
1000
600
200
clino stat.
orto stat.
freddo
ipoglic. insul.
esercizio lieve
esercizio moderato
esercizio intenso


Centri Simpatici del
Tronco Encefalico
(+)
(+)
(+)
(+)
CUORE
VENE
RENI
ARTERIOLE
Venocostrizione
Renina
Frequenza
Contrattilità
Riassorbimento
sodico
Vasocostrizione
Angio II
(+)
(+)
(+)
(+)
(+)
Ritorno venoso
Aldosterone
Resistenze Perifichere
Gettata Cardiaca
(+)
(+)
Pressione Arteriosa

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA NEUROENDOCRINA

- Gli effetti a livello del **SNC** sono meno definiti ma possono essere distinti:

EFFETTI DIRETTI

Aumento del flusso cerebrale
Aumento neurotrasmettitori

EFFETTI INDIRETTI

Aumento del tono dell'umore
Aumento capacita' cognitive

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA NEUROENDOCRINA

- **Gli effetti a livello del Sistema Nervoso Centrale sono sicuramente più controversi e di difficile interpretazione, sia per la specificità di aree cerebrali selettivamente interessate dai diversi neurotrasmettitori sia perché si riferiscono quasi interamente a studi sull'animale.**

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA ACUTA NEUROENDOCRINA SNC

- **SISTEMA NORADRENERGICO**

DEPLEZIONE CEREBRALE DI NA PER AUMENTATATO TURNOVER (↓TIROSINA IDROSSILASI)

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA ACUTA NEUROENDOCRINA

- **SISTEMA DOPAMINERGICO**

◆AUMENTO DI DA E DI ACIDO OMOVANILLICO (IPOTALAMO, IPPOCAMPO, STRIATO)

◆AUMENTATO BINDING (?)

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA ACUTA NEUROENDOCRINA SNC

- **SISTEMA SEROTONINERGICO**

AUMENTO SINTESI (↑SEROTONINA) E METABOLISMO (↑ 5HIAA): (↑MESENCEFALO,↓IPPOCAMPO, ↔STRIATO)

DA STUDI DI MICRODIALISI: ↑ RELEASE DURANTE ESERCIZIO

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA ACUTA NEUROENDOCRINA

- **SISTEMA ENDORFINE**

AUMENTO DELLE CONCENTRAZIONI PLASMATICHE IN RELAZIONE ALLA INTENSITA' E AL TIPO DI ESERCIZIO FISICO

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA ACUTA NEUROENDOCRINA

- La risposta in acuto da parte del sistema Neuroendocrino sembra tradursi quindi in un 'aumentata disponibilità di neurotrasmettitori a livello cerebrale.
- La tolleranza allo sforzo fisico intenso , al dolore , la sensazione di benessere che segue l'esercizio fisico sembra essere espressione di quest' aumentata disponibilità

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA CRONICA NEUROENDOCRINA

- **Gli adattamenti prodotti dall'allenamento sembrano tradursi in un aumento dei neurotrasmettitori (Noradrenalina, Serotonina , Dopamina) a livello di specifiche aree cerebrali con reciproche influenze sul loro release.**

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA CRONICA NEUROENDOCRINA

- **L'aumentata disponibilità dei neurotrasmettitori viene messa in relazione con ridotti livelli di depressione,** (Morgan WP; Human Kinetics 1994**), aumento nella capacità mnemoniche (Zornetzer JJ; Ann NY Acad Sci. 1985)**

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA CRONICA NEUROENDOCRINA

- **Analogamente le modificazioni nei livelli dei Neurotrasmettitori possono avere un ruolo nella Exercise Dependence Syndrome:**

- Ipotesi Endorfine (↑ ß endorfine)Janal MN ; Pain 1984
- Ipotesi Simpatica (↓ Catecolamine) Thompson JK; Med. Sci. Sports Exerc. 1987

Exercise Dependence Syndrome:

Sindrome Compulsiva da Esercizio Fisico con insorgenza di sintomi fisici e psichici quando questo viene interrotto.

- Comportamento stereotipato e ripetitivo nell'esecuzione del programma di esercizio più volte al giorno o quotidianamente
- Priorità dell'esercizio su altre attività
- Aumento della tolleranza nella quantità di esercizio eseguito negli anni
- Disturbi correlati al tono dell'umore all'interruzione dell'esercizio fisico
- Recessione dei sintomi alla ripresa dell'esercizio.

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA CRONICA NEUROENDOCRINA

SISTEMA DOPAMINERGICO ⟷ **SISTEMA SEROTONINERGICO**

E' POSSIBILE CHE L'INTERAZIONE TRA QUESTI DUE SISTEMI, DURANTE L'ESERCIZIO FISICO PROLUNGATO, POSSA GIOCARE UN RUOLO REGOLATORIO NELL'INSORGENZA DELLA FATICA

BAILEY S.; J. Appl. Physiol. 1993

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA CRONICA NEUROENDOCRINA

- Il tipo di alimentazione sembra poter influenzare la disponibilità di Serotonina. Una dieta in ricca in Triptofano e carboidrati permette un aumento della sintesi e del metabolismo della Serotonina.
- Alimentazione ed esercizio fisico possono quindi produrre modificazione nel pattern dei neurotrasmettitori con influenze dirette sul comportamento.

Hernandez L.; J. Clin. Psych. 1991

Fisiologia dell'esercizio fisico

RISPOSTA CRONICA NEUROENDOCRINA

Ipotesi della " Fatica Centrale"

Le influenze esercitate dalla Serotonina sull'induzione del sonno, sulla depressione dell'eccitabilità neuromuscolare, sulle funzioni endocrine e neuroautonomiche nonchè sulla soppressione dell'appetito hanno indotto molti ricercatori a supportare l'ipotesi della "Fatica Centrale"

Azioni metaboliche delle catecolamine

- >Glicogenolisi (epatica e muscolare)
- > Gliconeogenesi (epatica e muscolare)
- < Glicogenosintesi
- >> Lipolisi
- Inibizione secrezione insulinica
- Stimolo della secrezione di glucagone

Metodi di valutazione dell'attivita' simpatica

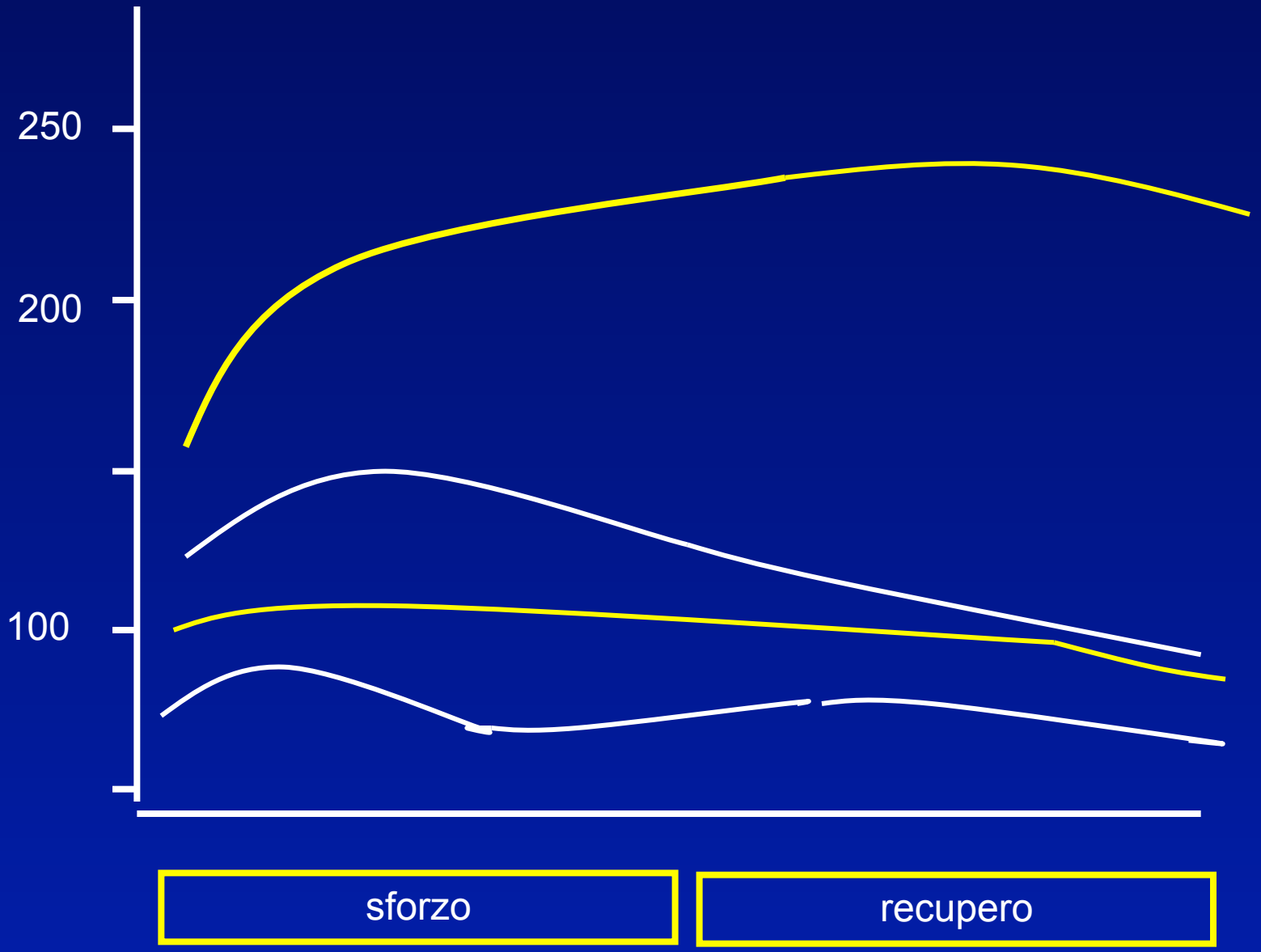
Misurazione parametri clinici (aspecifica)

Misurazione delle catecolamine nei liquidi biologici

Microneurografia

Analisi spettrale dell'intervallo R-R

Arch. Inter. Med. 157: 2413 - 2446, 1997	SISTOLICA	DIASTOLICA
Pressione Ottimale	< 120	< 80
Pressione Normale	< 130	< 85
Pressione Normale-Alta	130 - 139	85 - 89
Ipertensione		
%		
- I stadio (lieve)	140 - 159	90 - 99
- II stadio (moderata)	160 - 179	100 - 109
- III stadio (grave)	180 - 209	110 - 119
- IV stadio (molto grave)	> 210	> 120


250
200
100
sforzo
recupero

Recenti studi hanno dimostrato che una regolare attività aerobica:

- migliora notevolmente la potenza aerobica
- fa diminuire i valori pressori sia sistolici che diastolici
- induce una parziale regressione dell'ipertrofia ventricolare sinistra
- induce un netto miglioramento della performance cardiaca

Per effetto dell'esercizio fisico aerobico i muscoli:

- migliorano la loro capacità di estrazione dell'ossigeno
- migliorano la resistenza alla fatica
- migliorano la capacità di compiere lavoro

L'esercizio fisico abituale determina inoltre:

- diminuzione della frequenza cardiaca
- diminuzione delle resistenze periferiche per effetto dell'abbassamento del tono simpatico

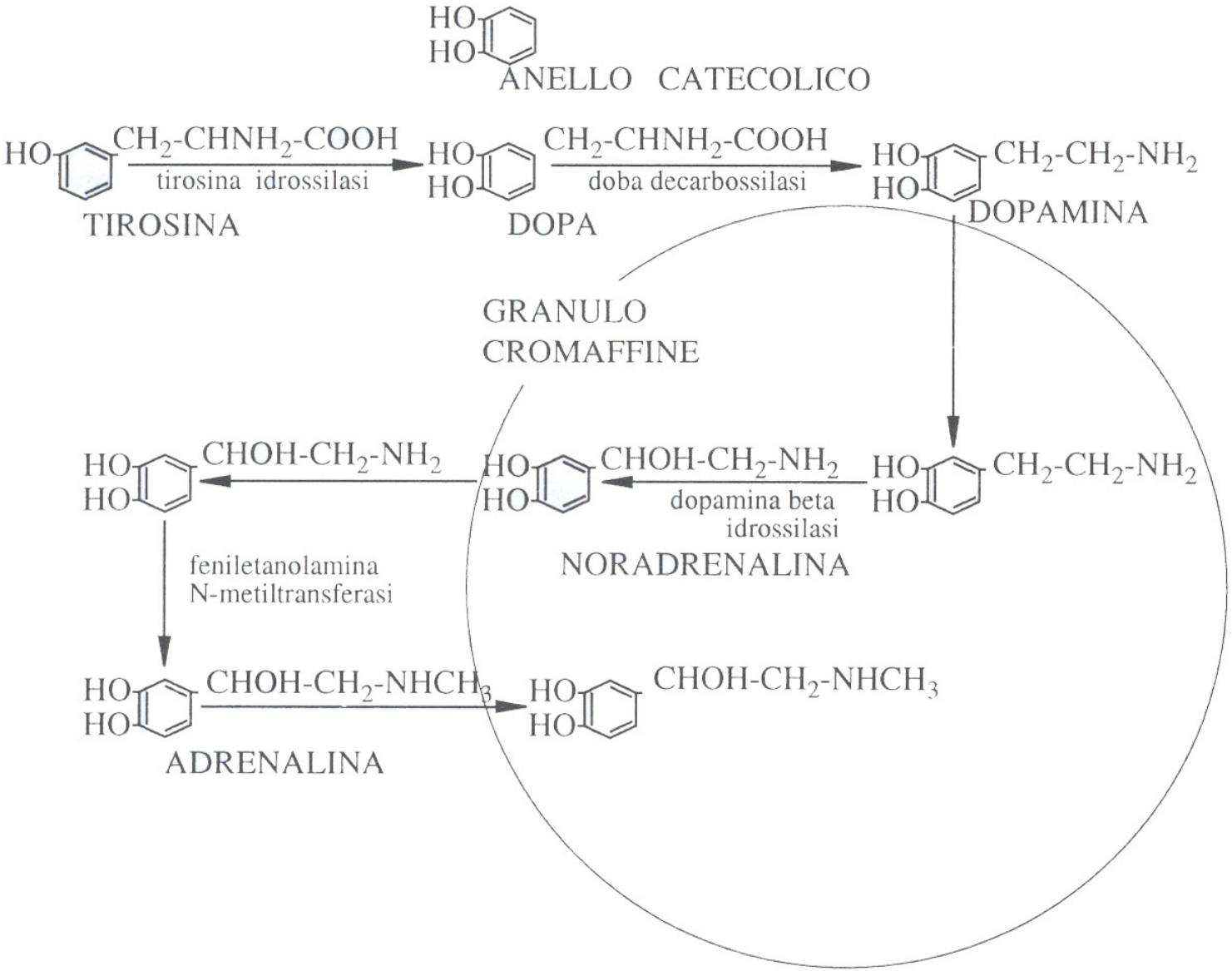
Affinchè tali effetti comincino ad essere evidenti l'allenamento deve essere svolto per almeno (posologia) 3-4 volte a settimana per un periodo di almeno 8 settimane all'intensità (dose) del 50-75% della frequenza caridiaca massima, oppure del 60-80% del massimo consumo di ossigeno.

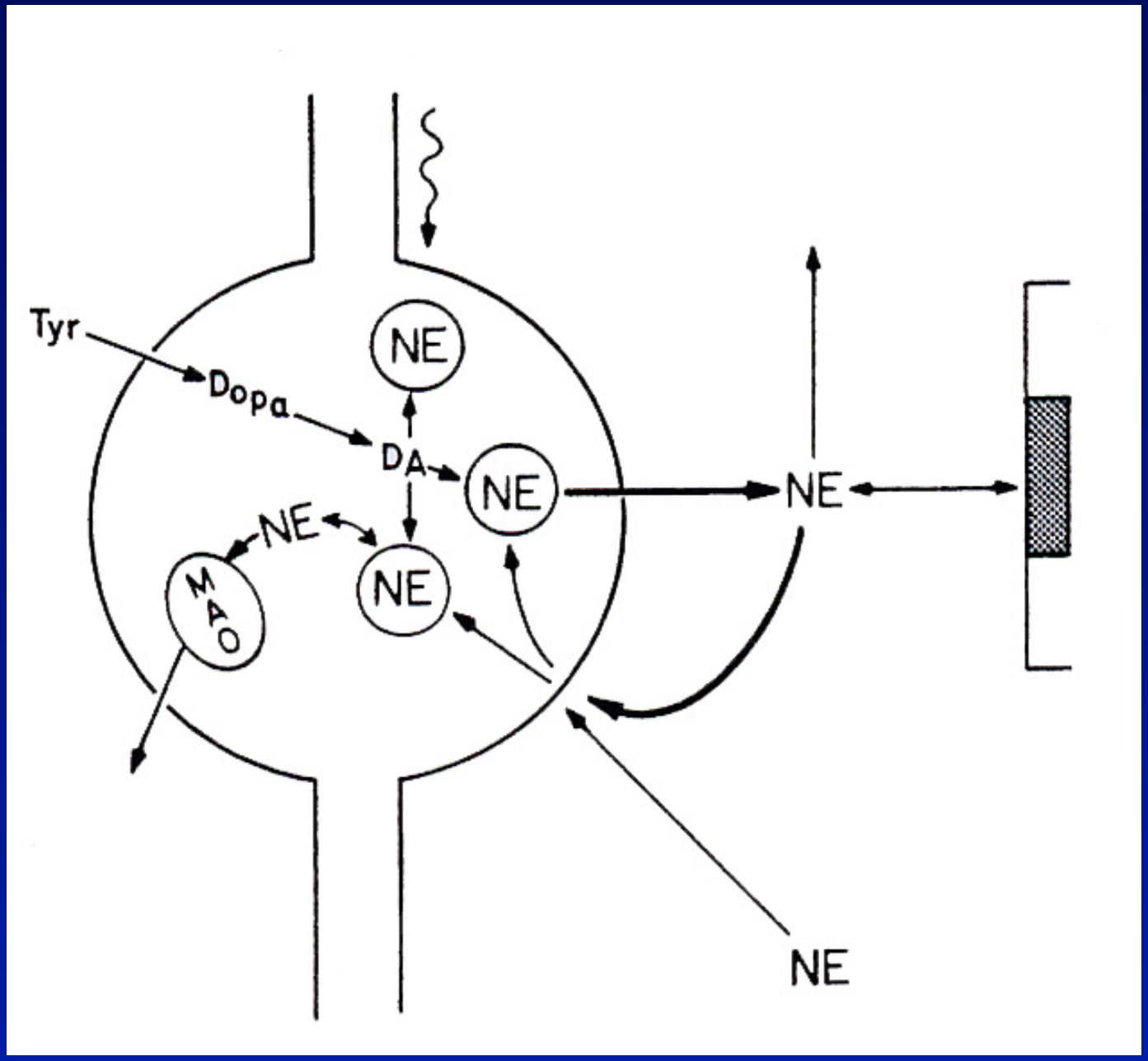
CONCLUSIONI

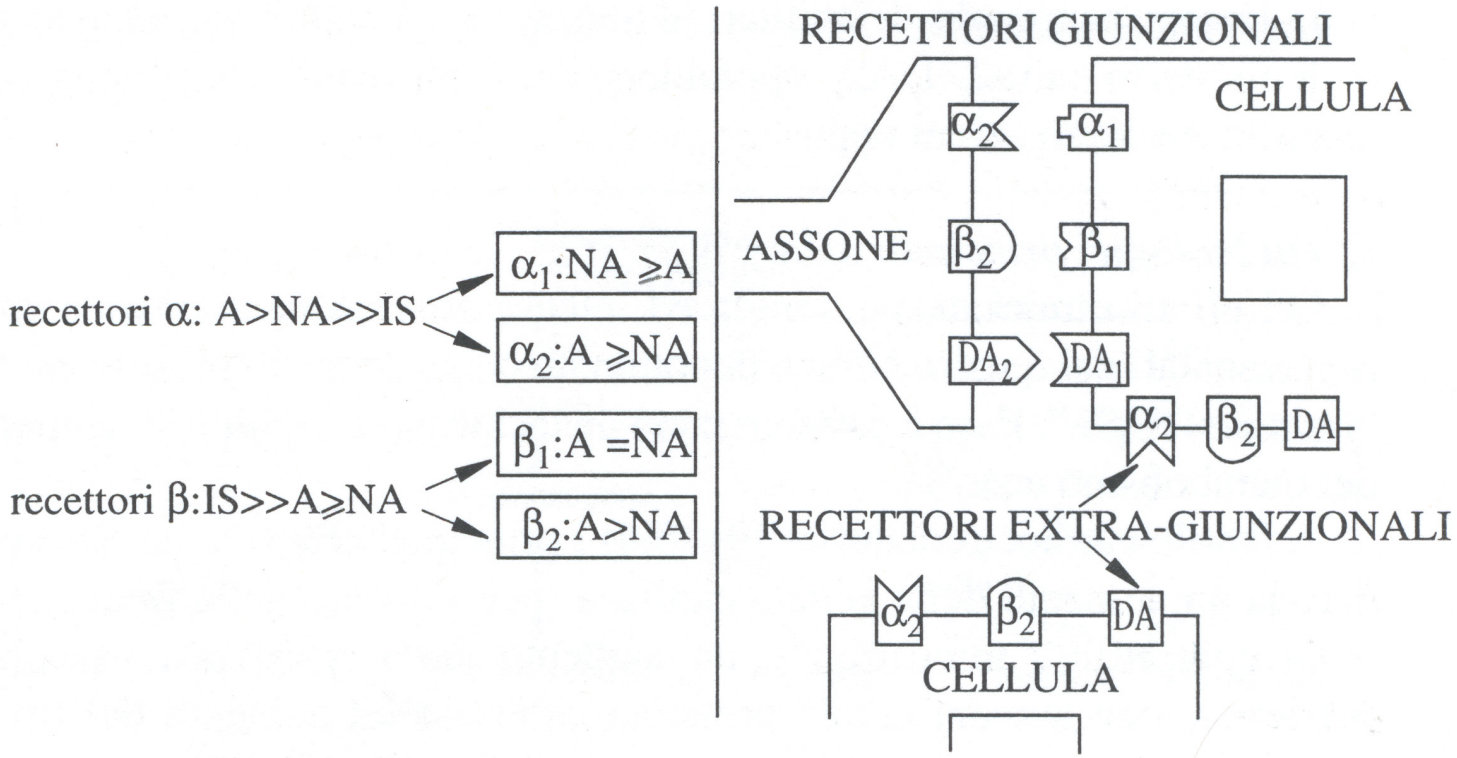
Le modificazioni cardiovascolari indotte dall'attività fisica giovano al paziente iperteso, e riducono gli indici di rischio per eventi cardiovascolari maggiori in futuro.

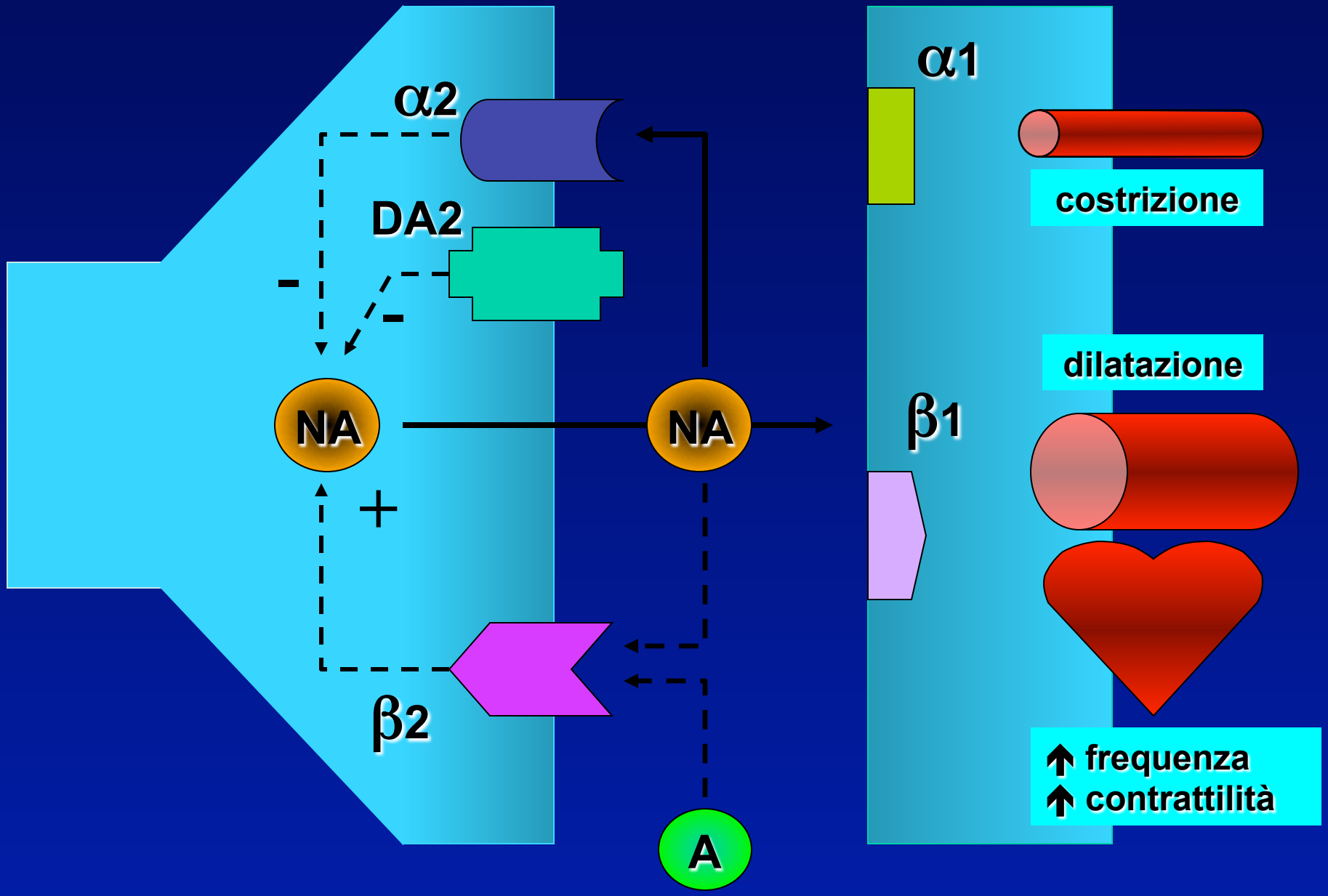
Gli ipertesi che praticano sport hanno un consumo di ossigeno massimo superiore rispetto alla normale popolazione di ipertesi che non pratica sport; hanno una massa ventricolare sostanzialmente normale, ma hanno delle iniziali alterazioni della funzione diastolica.

E' evidente come un paziente iperteso che volesse intraprendere l'attività fisica a scopo terapeutico-ludico, debba sottoporsi ad una attenta visita preventiva da parte di uno specialista in cardiologia e da uno specialista in medicina dello sport, per ottimizzare la terapia farmacologica, lo stile di vita, e prescrivere nelle giuste modalità l'attività fisica.


HO
HO
ANELLO CATECOLICO
HO
CH2-CHNH2-COOH
tirosina idrossilasi
TIROSINA
HO
HO
DOPA
CH2-CHNH2-COOH
doba decarbossilasi
HO
HO
CH2-CH2-NH2
DOPAMINA
GRANULO
CROMAFFINE
HO
HO
CHOH-CH2-NH2
HO
HO
CHOH-CH2-NH2
dopamina beta
idrossilasi
NORADRENALINA
HO
HO
CH2-CH2-NH2
feniletanolamina
N-metiltransferasi
HO
HO
CHOH-CH2-NHCH3
ADRENALINA
HO
HO
CHOH-CH2-NHCH3


Tyr
Dopa
DA
NE
NE
NE
NE
NE
NE
MAO


recettori α: A>NA>>IS
α1:NA ≥A
α2:A ≥NA
recettori β:IS>>A≥NA
β1:A =NA
β2:A>NA
RECETTORI GIUNZIONALI
CELLULA
ASSONE
α2
α1
β2
β1
DA2
DA1
α2
β2
DA
RECETTORI EXTRA-GIUNZIONALI
α2
β2
DA
CELLULA


α2
DA2
-
-
NA
NA
+
β2
A
α1
β1
costrizione
dilatazione
frequenza
contrattilità