

Laurea Magistrale in Scienze Motorie

Corso di Endocrinologia

Formato: lezioni tradizionali + lezione pratica interattiva finale

Es ame: quiz a risposta multipla (su tutte le materie del corso integrato “Controllo Biomedico dell’Allenamento”). **Supplemento orale facoltativo** (con voto ai quiz superiore a 24/30)

Tes ti consigliati per la parte di Endocrinologia:

- Endocrinologia e attività motorie. Lenzi A, et al. Elsevier Masson 2008
- The endocrine system in sport and exercise. Kraemer WJ and Rogol AD Eds, Blackwell Pub., Malden (USA), 2005
- Letteratura su specifici temi (es.: Colberg SR, et al. Exercise and type 2 diabetes: the ACSM & ADA joint position statement executive summary. Diabetes Care 2010 Dec;33:2692-6).

Laurea Magistrale in Scienze Motorie

- Programma di Endocrinologia -

- Attività fisica nell'anziano: benefici e problematiche
- Alterazioni nell'adattamento ormonale all'esercizio fisico nell'anziano "sano"
- Diabete e attività fisica nel soggetto anziano
- Patologie endocrine comuni nell'anziano e conseguenze sull'attività motoria
- Diabete e attività fisica nel giovane con diabete tipo 1
- Attività fisica e obesità
- Attività fisica e funzione riproduttiva
- Attività fisica in gravidanza: relazioni con il diabete gestazionale

Ormone

Definizione classica

Sostanza biologicamente attiva (messaggero chimico) secreta in circolo da cellule specializzate (cellule endocrine) e capace di interagire con uno o più recettori specifici e di regolare le funzioni di altre cellule (cellule bersaglio), poste a distanza

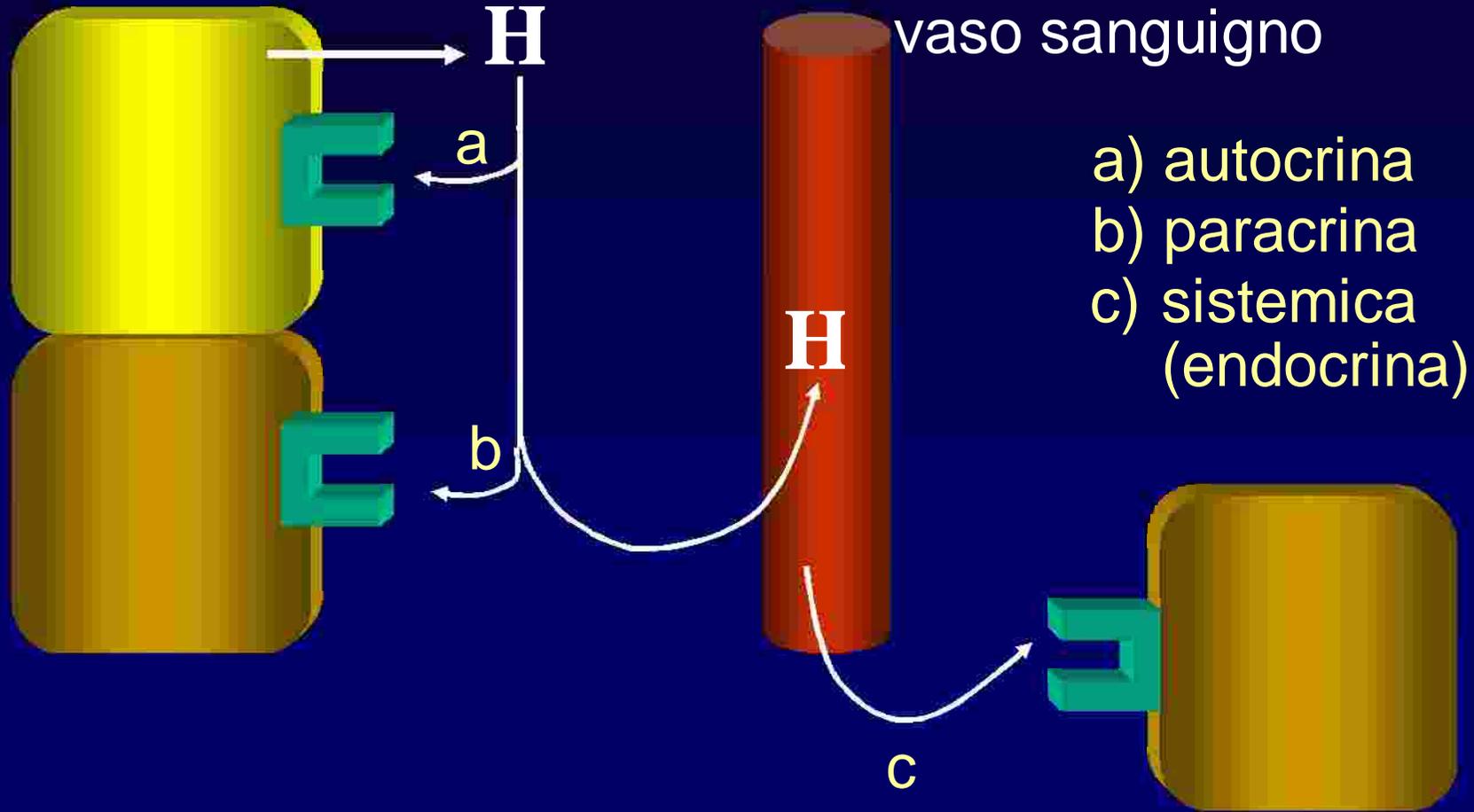
Ormone

Eccezioni alla definizione classica

Sostanza biologicamente attiva
(messaggero chimico) **secreta in circolo** da
cellule **specializzate** (cellule endocrine) e
capace di interagire con uno o più recettori
specifici e di regolare le funzioni di altre
cellule (cellule bersaglio), **poste a distanza**

“Topografia” dell’azione ormonale

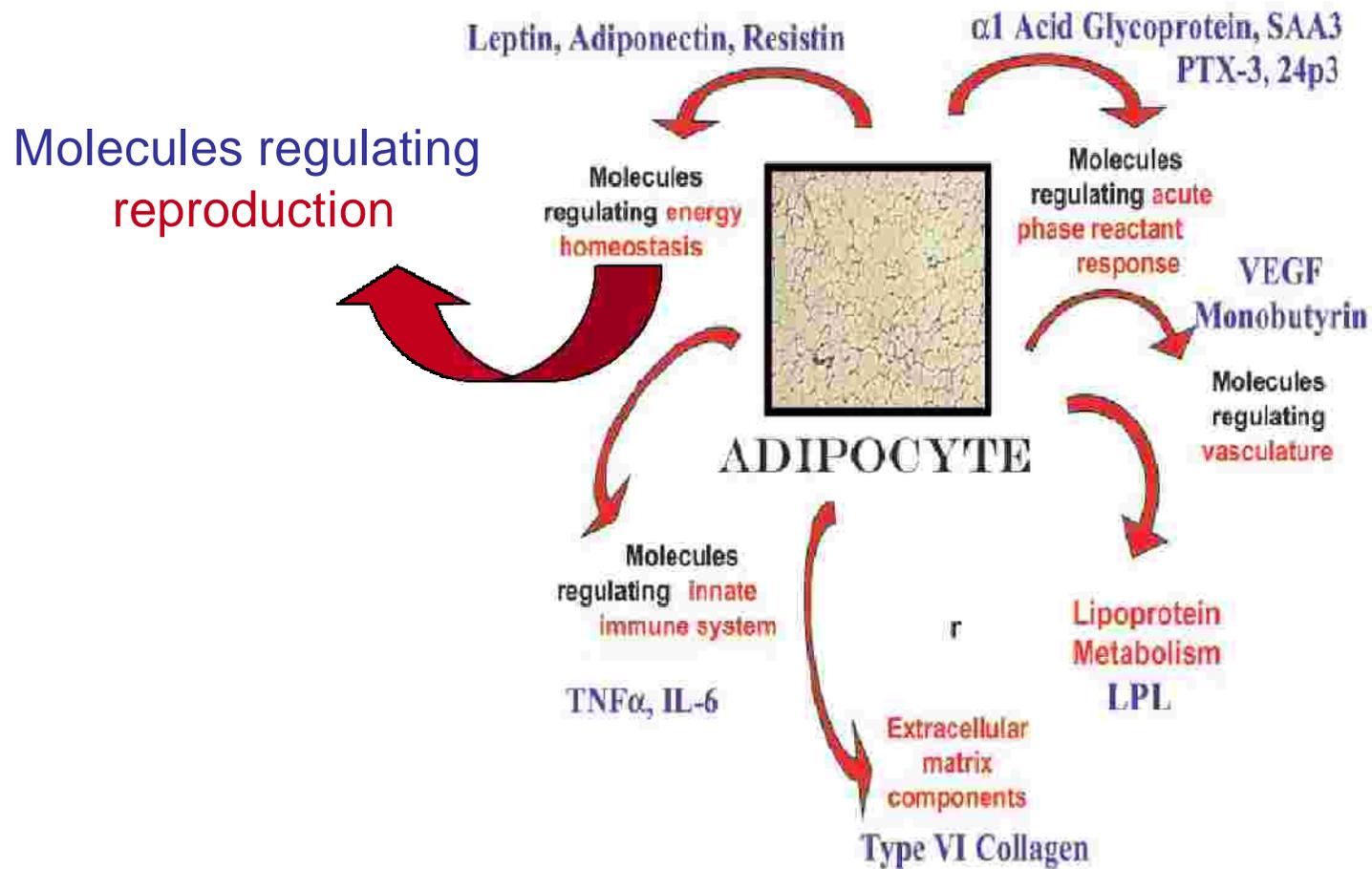
cellula secernente



Cellule che producono ormoni

- Cellule delle ghiandole endocrine organizzate (ipofisi, tiroide, surrene, etc)
- Cellule endocrine diffuse (cellule entero-endocrine, che producono secretina, peptide intestinale vasoattivo, gastrina, etc).
- Cellule con altre funzioni (cellule adipose, cellule muscolari, endotelio, etc)

Funzioni delle adipochine (ormoni prodotti dal tessuto adiposo)



necessità
di adattamento

risposta
biologica



stimolo



secrezione



inattivazione

Meccanismi di inattivazione dell'azione ormonale

- Demolizione enzimatica rapida nel sito di azione
- Trasformazione in altre sostanze meno attive o inattive
- Escrezione (urine, bile)
- Feed-back negativo sulla secrezione ormonale
- Desensibilizzazione

Possibili alterazioni nel metabolismo e nell'escrezione
nell'età senile

Classificazione funzionale dei farmaci attivi sul sistema endocrino

- **Agonisti/superagonisti:**
sostanze capaci di evocare una risposta massimale/sovramassimale rispetto al ligando naturale
- **Agonisti parziali:**
sostanze che determinano una risposta incompleta, anche in concentrazioni elevate
- **Antagonisti:**
sostanze che inibiscono la stimolazione recettoriale

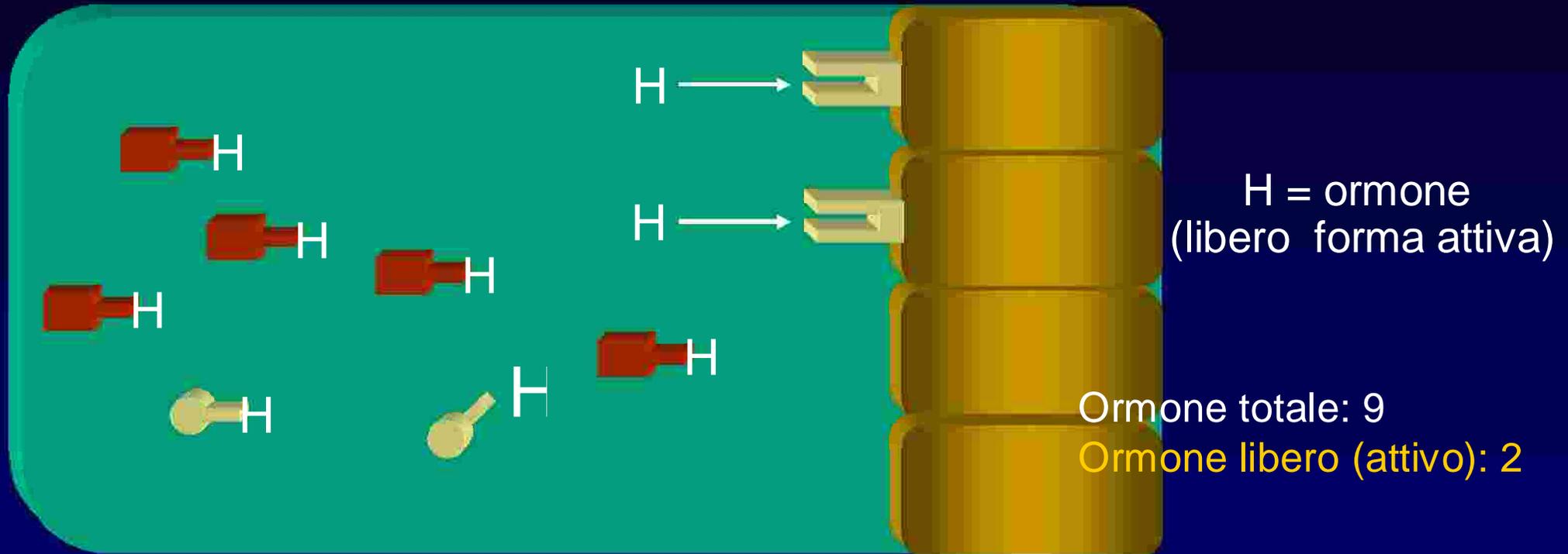
Meccanismi di patologia endocrina

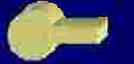
- Ridotta produzione ormonale
- Eccessiva produzione ormonale
- Produzione di ormoni anomali
- Resistenza all'azione ormonale
- Anomalie del trasporto ormonale
- Anomalie del metabolismo ormonale

Nell'anziano alterato adattamento endocrino all'esercizio per:

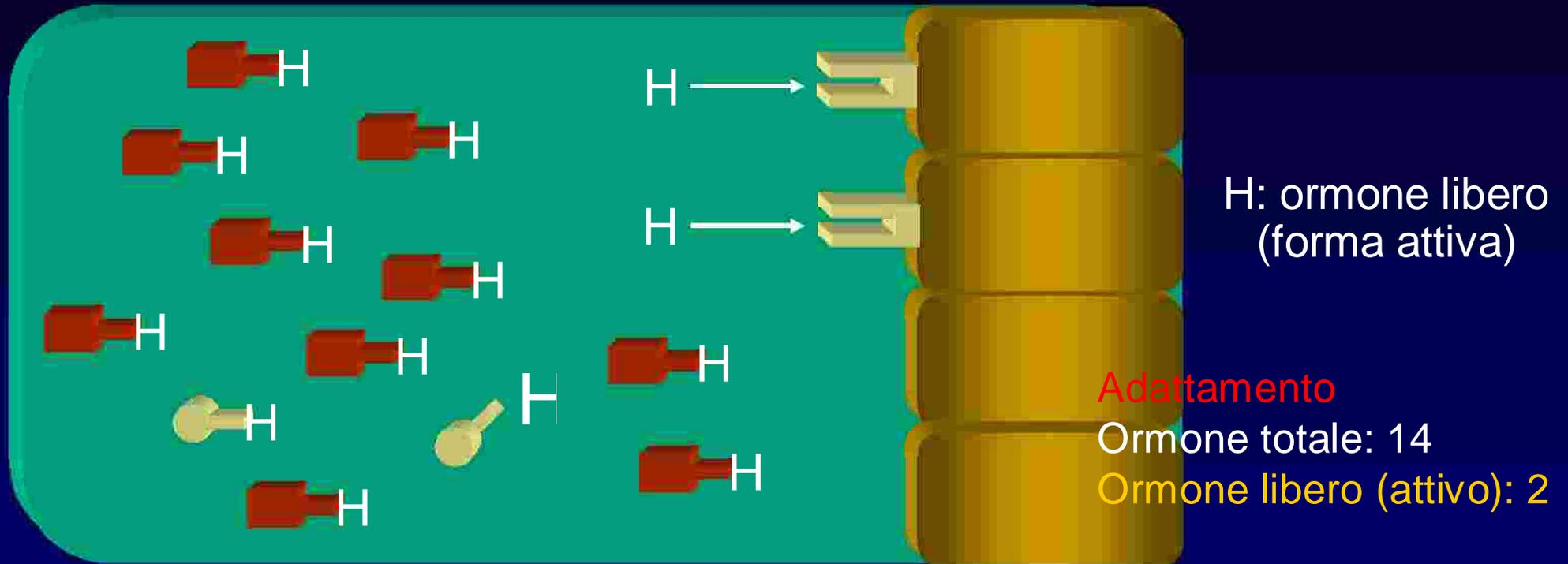
- aumentata frequenza di alcune patologie endocrine
- terapie polifarmacologiche con effetti endocrini
(es: beta-bloccanti, GnRH analoghi,...)
- modificazioni endocrine parafisiologiche

Proteine di trasporto



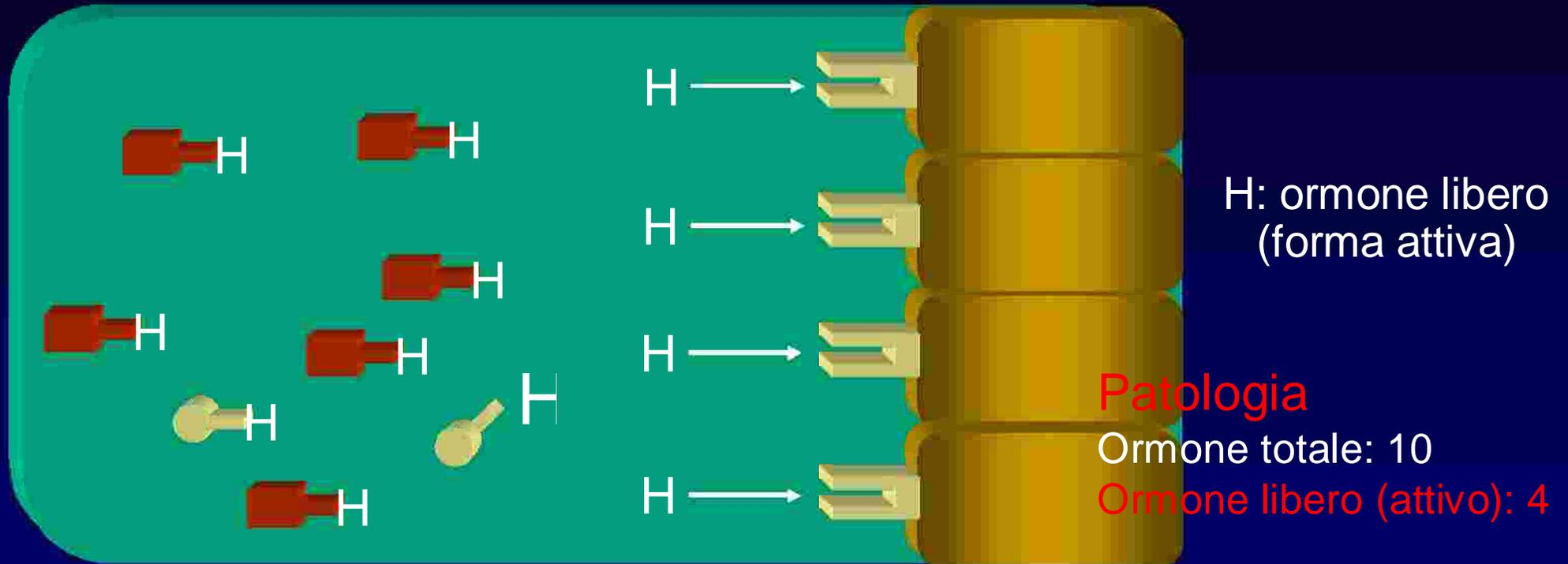
-  Proteine di trasporto specifiche (TBG, SHBG, IGFBP, CBG) (legame ad alta affinità), soggette a regolazione
-  Albumina, prealbumina (legame a bassa affinità)

Proteine di trasporto



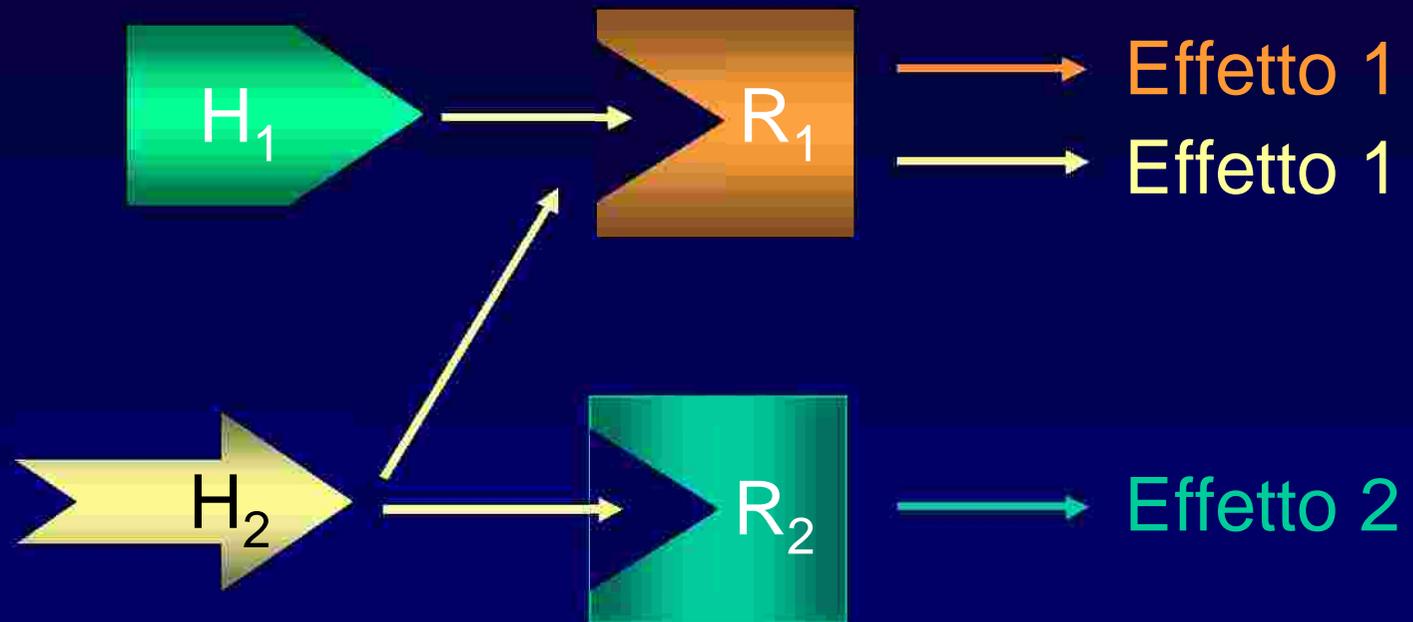
-  Proteine di trasporto specifiche (TBG, SHBG, IGFBP, CBG) (legame ad alta affinità), soggette a regolazione
-  Albumina, prealbumina (legame a bassa affinità)

Proteine di trasporto

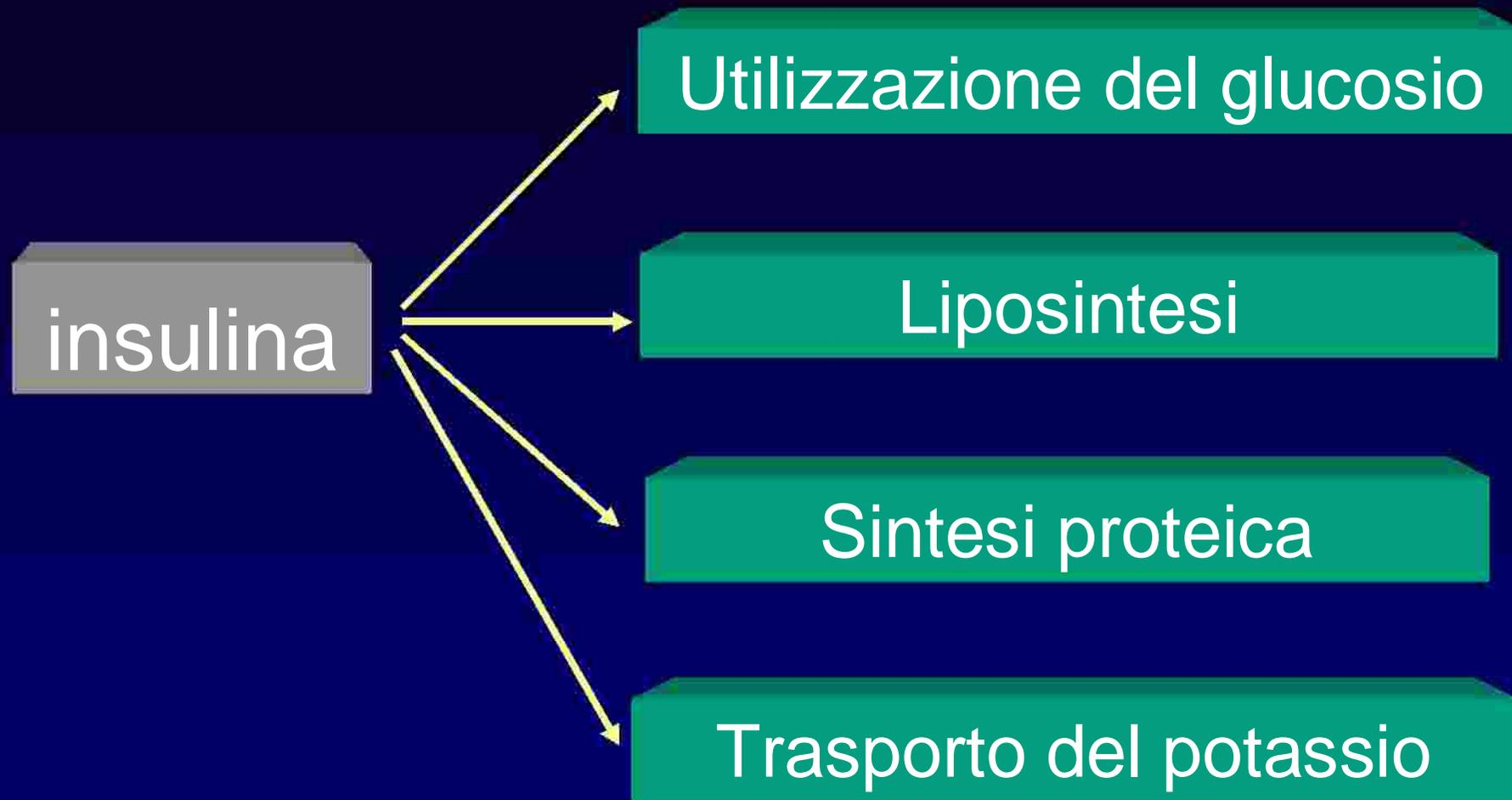


-  Proteine di trasporto specifiche (TBG, SHBG, IGFBP, CBG) (legame ad alta affinità), soggette a regolazione
-  Albumina, prealbumina (legame a bassa affinità)

Spill-over



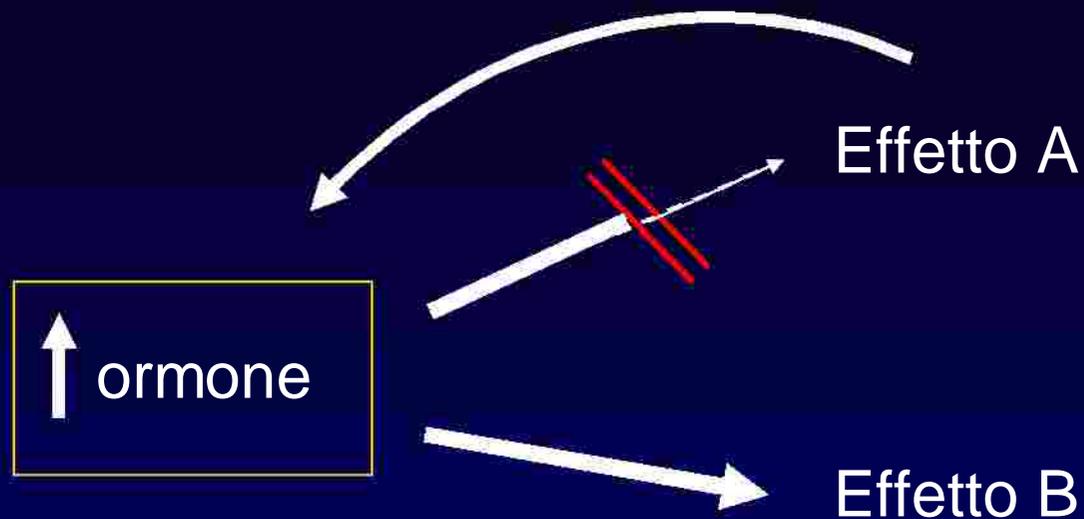
Un ormone ha spesso molte funzioni



Implicazioni: risposta funzionale coordinata alle modificazioni omeostatiche
Questi effetti possono utilizzare vie diverse, essere attivati a concentrazioni ormonali diverse ed essere diversamente alterati nelle patologie endocrine

Patologie da resistenza della cellula bersaglio

- Presenza di sostanze interferenti con il legame recettoriale
- Deficit di sintesi del recettore
- Anomalie strutturali del recettore
- Difetti post-recettoriali (congeniti o acquisiti)



Conseguenze di una condizione di resistenza ormonale:

- ridotta azione biologica dell'ormone sulla via coinvolta dal difetto
- aumento compensatorio delle concentrazioni ormonali
- possibile eccessiva azione dell'ormone su processi non influenzati dal difetto

Fattori genetici →

Insulinoresistenza

← Fattori acquisiti
(età, obesità,
inattività fisica)

aumento ↓ glicemia

**Iperinsulinemia
compensatoria**

inadeguata

glicemia elevata ↓

Diabete tipo 2

fattori
favorenti

adeguata

↓ glicemia normale

**Sindrome metabolica
(dell'insulinoresistenza)**

**Rischio
cardiovascolare**

**Alterazioni
metaboliche**

**Complicanze
microangiopatiche**

Attività motoria ed endocrinologia nel soggetto anziano

- Invecchiamento ed attività fisica: benefici e problematiche
- Alterazioni nell'adattamento ormonale all'esercizio fisico presenti nell'anziano "sano"
- Diabete e attività fisica nel soggetto anziano
- Patologie endocrine comuni nell'anziano e conseguenze sull'attività motoria

Esercizio fisico nell'anziano: principali benefici

- **Mantenimento di:**

- benessere psico-fisico
- funzione cognitiva
- autonomia

} qualità di vita

- **Prevenzione e cura di:**

- malattie cardiovascolari
- diabete tipo 2 (e sue complicanze)
- obesità / insulinoresistenza / sindrome metabolica
- osteoporosi

Esercizio fisico nell'anziano: principali problemi

- **Ridotta capacità di movimento**
 - artropatie, sarcopenia, insuff. cardiaca, insuff. respiratoria, esiti neurologici, esiti di fratture, etc.
- **Rischio di fratture**
- **Cardiopatía ischemica**
- **Disturbi cognitivi, depressione**
- **Disturbi visivi / sordità**
- **Complicanze del diabete** (frequente, spesso non diagnosticato)
 - piede, retinopatia grave, insuff. renale, neuropatia autonómica
 - vasculopatia (cardiopatía ischemica silente nel 20% dei pazienti!)
- **Altre patologie / farmaci**

Valutazioni preliminari all'attività fisica (da riconsiderare periodicamente)

- Valutazione funzionale geriatrica globale
 - fisica
 - cognitiva
 - affettiva
- Valutazione rischio cardiovascolare (attenzione a forme subcliniche, fattori di rischio)

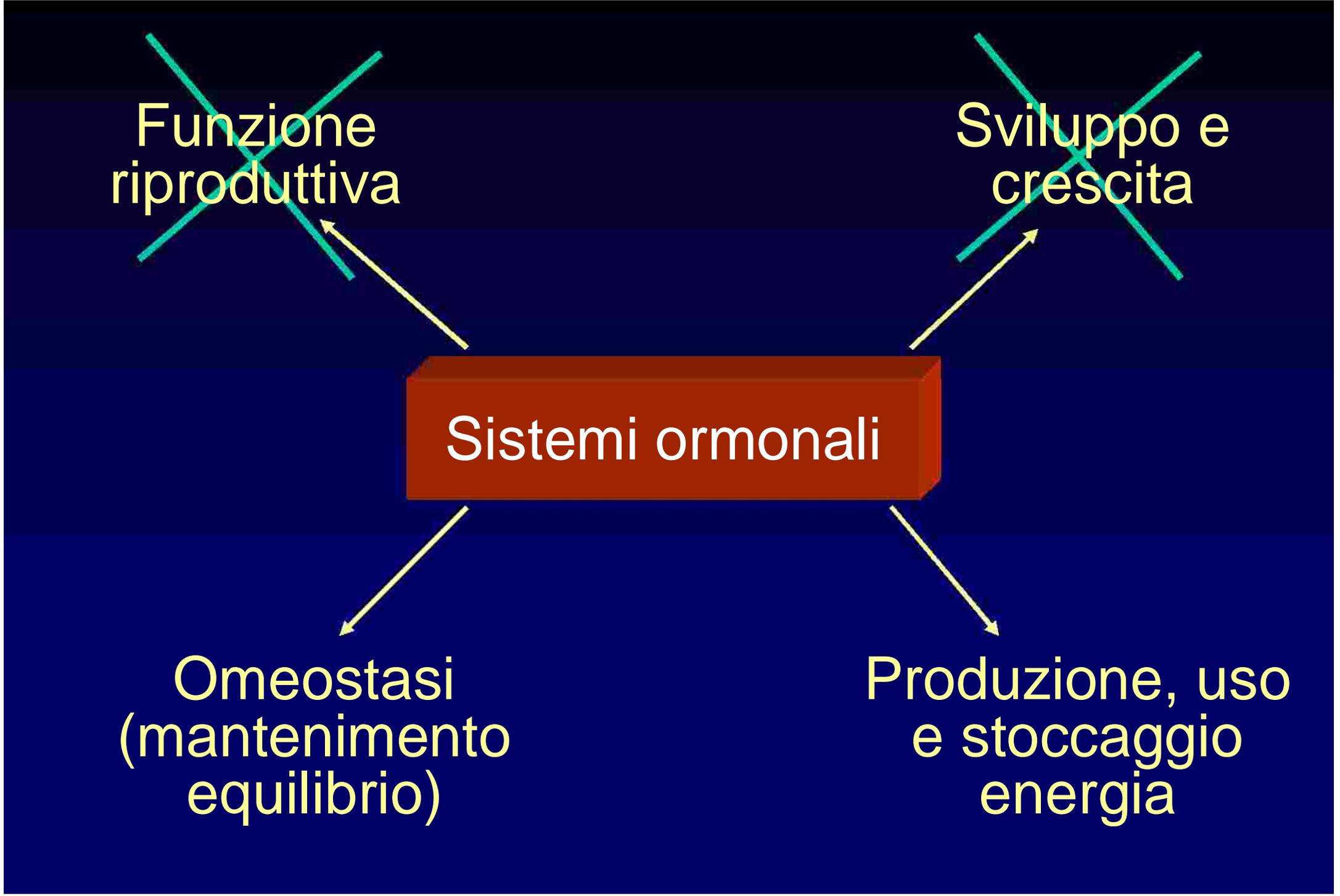
~~Funzione
riproduttiva~~

~~Sviluppo e
crescita~~

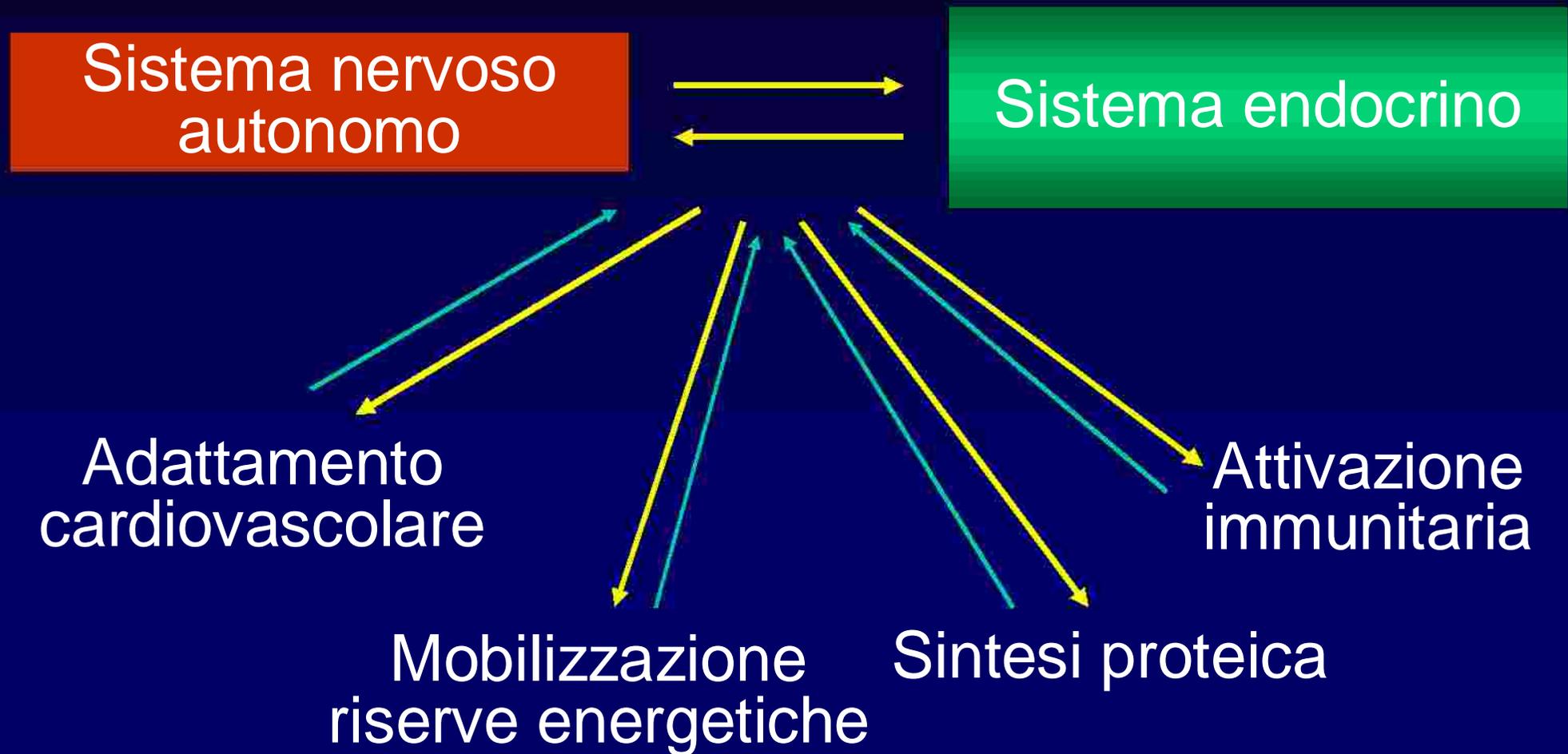
Sistemi ormonali

Omeostasi
(mantenimento
equilibrio)

Produzione, uso
e stoccaggio
energia



ADATTAMENTO ALL'ESERCIZIO FISICO



Principali risposte ormonali all'esercizio fisico

Aumentano:

- Catecolamine
- Cortisolo
- GH
- Glucagone

Si riduce:

- Insulina

Esercizio fisico

```
graph TD; A[Esercizio fisico] --> B[Modificazioni ormonali]; B --> C[Adattamento metabolico];
```

Modificazioni ormonali

Adattamento metabolico

- Facilitazione uso del glicogeno muscolare
- Mantenimento nel tempo della disponibilità di substrati per la contrazione muscolare
- Mantenimento del flusso di glucosio al SNC
- Facilitazione glicogenosintesi post-esercizio

SISTEMA SIMPATO-ADRENERGICO

Caratteristiche:

- Ha una componente nervosa (fibre simpatiche) ed una endocrina (midollare surrenalica)
- I suoi effetti sono mediati dalle catecolamine (noradrenalina, adrenalina): neurotrasmettitori e ormoni
- Riceve e integra segnali di varia natura dai centri superiori e dalla periferia
- E' capace di risposte rapidissime
- Ha un ruolo cruciale nei meccanismi di adattamento omeostatico

ANTICIPAZIONE DELL'ESERCIZIO

MODIFICAZIONI NEUROENDOCRINE CHE PRECEDONO L'ATTIVITA' FISICA

RITIRO VAGALE

ATTIVAZIONE SIMPATICA

-
- AUMENTO DELLA FREQUENZA CARDIACA
 - AUMENTO DELLA VENTILAZIONE ALVEOLARE
 - AUMENTO DEL RITORNO VENOSO

**AUMENTO DELLA GITTATA CARDIACA
A RIPOSO**

ESERCIZIO FISICO

Principali effetti mediati dalle catecolamine

Adattamento cardiovascolare

- aumento gittata cardiaca
- aumento pressione arteriosa
- aumento flusso muscolare (distrettuale)
- riduzione flusso renale e splanchnico (event. cutaneo)

Adattamento respiratorio

- broncodilatazione
- stimolo centro del respiro

Adattamento metabolico

- aumento glicogenolisi muscolare
- aumento produzione epatica di glucosio
- inibizione utilizzazione periferica del glucosio
- aumento lipolisi
- aumento chetogenesi

FATTORI MODULANTI LA RISPOSTA DELLE CATECOLAMINE ALL'ESERCIZIO FISICO

A= adrenalina

NA= noradrenalina

- Età (aumento NA>A)
- Postura (aumento in ortostatismo)
- Intensità dello sforzo (aumento relativamente maggiore per carichi di lavoro >70% VO₂ max)
- Tipo di esercizio (più marcato aumento di A, frequenza cardiaca e pressione nella contrazione isometrica)
- Durata (ulteriore aumento di A - meccanismo metabolico)
- Allenamento (minor aumento NA)
- Diggiuno protratto/chetosi (aumento più marcato)
- Temperatura (aumento sia in ambiente caldo che freddo)
- Altitudine (aumento A e poi NA)
- Emotività (soprattutto A)

EFFETTI GENERALI DELLE CATECOLAMINE - 1

- aumento velocità e forza di contrazione cardiaca ($\beta 1$)
- aumento frequenza cardiaca ($\beta 1$)
- aumento eccitabilità e automaticità cardiaca ($\beta 1$)
- vasocostrizione cute e reni (α)/vasodilatazione muscolare ($\beta 1$)
- aumento pressione sistolica ($\alpha \beta$)
- aumento (α)/riduzione (β) pressione diastolica
- aumento secrezione renina e ADH ($\beta 1$)
- riduzione motilità intestinale ($\alpha \beta$)
- aumento tono sfinterico ($\alpha \beta$)
- aumento sudorazione (α)
- broncodilatazione ($\beta 2$)

EFFETTI GENERALI DELLE CATECOLAMINE - 2

- modulazione secrezione insulina (riduzione α_2 /aumento β_2)
- aumento secrezione glucagone (β) e GH (α)
- riduzione sensibilità insulinica (β)
- aumento glicogenolisi e glicolisi muscolare (β_2)
- aumento glicogenolisi epatica ($\alpha \beta_2$)
- aumento gluconeogenesi ($\alpha \beta_2$)
- aumento lipolisi e chetogenesi (β_1)
- aumento termogenesi (β_1)

ESERCIZIO FISICO

Principali effetti mediati dal cortisolo

Effetti metabolici:

- aumento lipolisi e chetogenesi
- catabolismo proteico / inibizione sintesi (eccetto fegato)
- aumento gluconeogenesi
- aumento glicogenolisi epatica
- ridotta utilizzazione periferica del glucosio

Effetti cardiovascolari:

- aumento gittata cardiaca
- aumento tono vasale (facilitazione azione ormoni vasocostrittori)

ESERCIZIO FISICO

Principali effetti mediati dal cortisolo

Effetti renali:

- riassorbimento sodio e acqua (azione mineralcorticoide / stimolo secrezione renina)
- aumento filtrazione glomerulare (facilitazione escrezione sodio e acqua, contrapposta all'azione mineralcorticoide)

Altri effetti

- riduzione risposta immunitaria e infiammatoria

ESERCIZIO FISICO

Principali effetti mediati dal GH

Metabolismo glucidico

- aumento neoglucogenesi
- inibizione utilizzazione glucosio

Metabolismo lipidico

- aumento lipolisi
- aumento chetogenesi

Metabolismo proteico

- aumento protidosintesi
- ipertrofia muscolare (effetto cronico)

Effetti cardiovascolari

- aumento contrattilità
- ipertrofia cardiaca

ESERCIZIO FISICO

Principali effetti mediati dal glucagone

- aumento glicogenolisi
- aumento gluconeogenesi
- aumento lipolisi (effetto farmacologico?)
- aumento chetogenesi

ESERCIZIO FISICO

EFFETTI GENERALI DELL'INSULINA

- FEGATO

- aumento glicogenosintesi
- aumento liposintesi
- aumento sintesi proteica
- inibizione neoglucogenesi
- inibizione chetogenesi
- aumento glicolisi

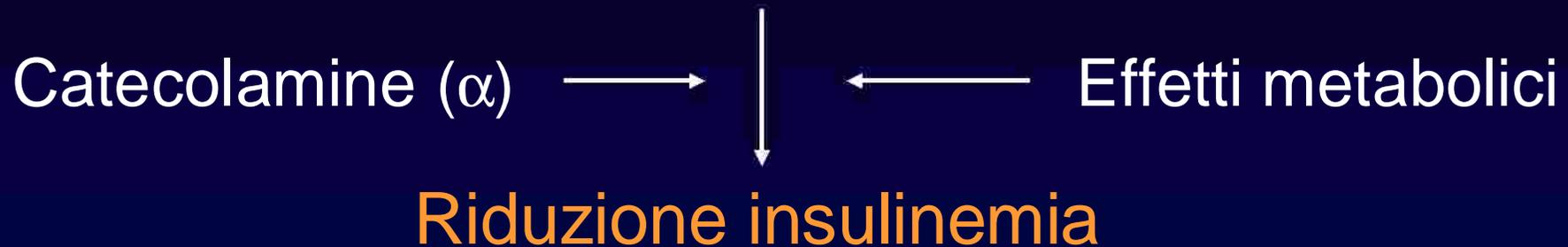
- MUSCOLO

- aumento glicogenosintesi
- aumento sintesi proteica

- TESSUTO ADIPOSO

- aumento sintesi trigliceridi

Esercizio fisico (intenso)



- aumento produzione epatica di glucosio
- aumento lipolisi
- aumento rilascio tessutale aminoacidi
- ridotto utilizzo glucosio tessuti insulinodipendenti
- conservato effetto su utilizzazione del glucosio nel muscolo in attività (meccanismo non insulino-mediato)

Allenamento: aumentata sensibilità insulinica

Esercizio fisico e sistema renina-angiotensina

Sudorazione (deplezione acqua e sodio)
(event. altre perdite liquidi)



Esercizio fisico e sistema renina-angiotensina

Sudorazione (deplezione acqua e sodio)
(event. altre perdite liquidi)

