

~~Funzione  
riproduttiva~~

~~Sviluppo e  
crescita~~

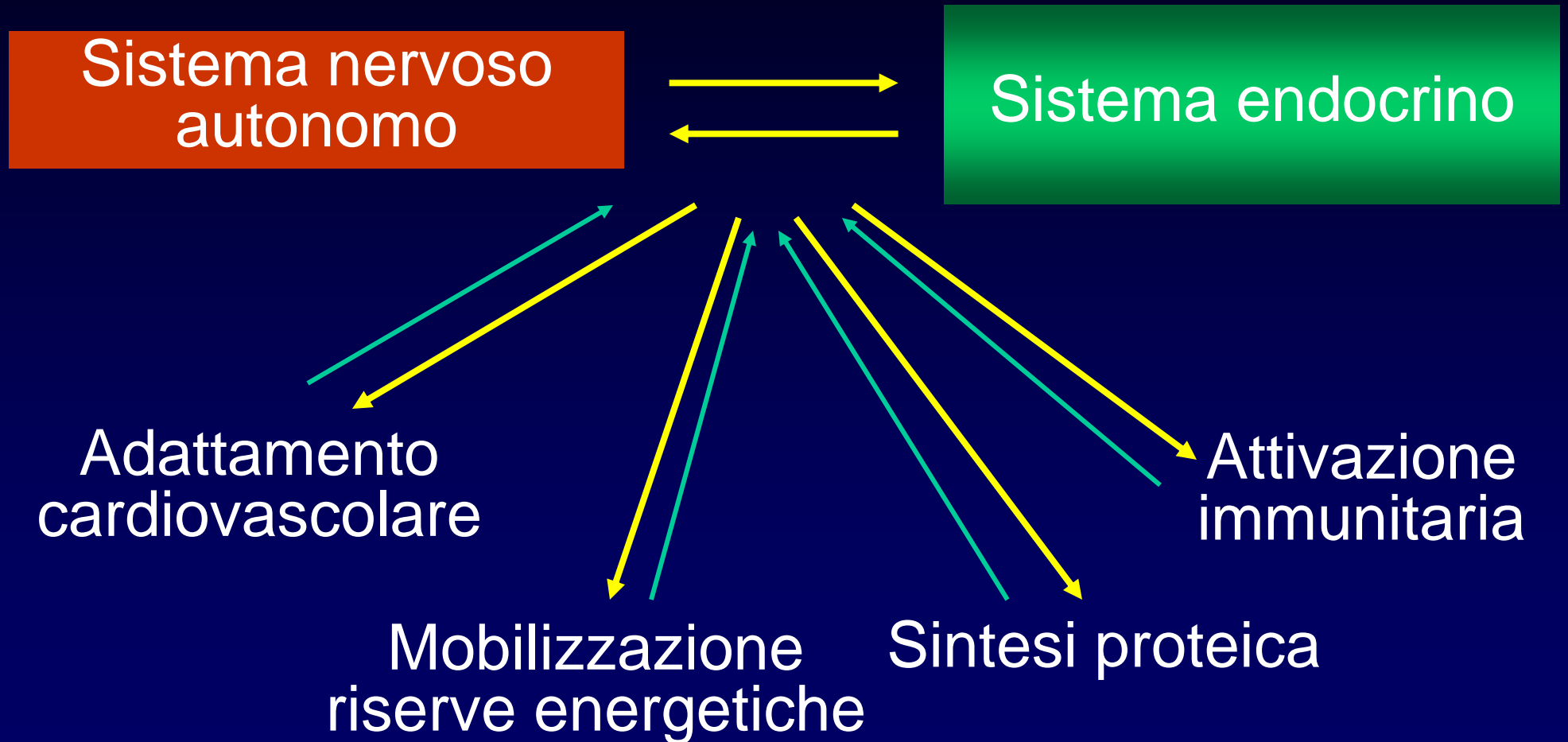
Sistemi ormonali

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 disponibilità substrati per contrazione muscolare
- Mantenimento flusso di glucosio al SNC
- Facilitazione glicogenosintesi post-esercizio

# 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

# 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

# ESERCIZIO FISICO

## Principali effetti mediati dalle catecolamine

### Adattamento cardiovascolare

- aumento gittata cardiaca
- aumento pressione arteriosa
- aumento flusso muscolare (distrettuale)
- riduzione flusso renale e splancnico (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%  $\dot{V}O_2$  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)
- Digiuno 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 ( $\alpha$ )/vasodilatazione muscolare ( $\beta_1$ )
- aumento pressione sistolica ( $\alpha$   $\beta$ )
- aumento ( $\alpha$  )/riduzione ( $\beta$ ) pressione diastolica
- aumento secrezione renina e ADH ( $\beta_1$ )
- riduzione motilità intestinale ( $\alpha$   $\beta$ )
- aumento tono sfinterico ( $\alpha$   $\beta$ )
- aumento sudorazione ( $\alpha$ )
- broncodilatazione ( $\beta_2$ )

## EFFETTI GENERALI DELLE CATECOLAMINE - 2

- modulazione secrezione insulina (riduzione  $\alpha_2$ /aumento  $\beta_2$ )
- aumento secrezione glucagone ( $\beta$ ) e GH ( $\alpha$ )
- riduzione sensibilità insulinica ( $\beta$ )
- aumento glicogenolisi e glicolisi muscolare ( $\beta_2$ )
- aumento glicogenolisi epatica ( $\alpha$   $\beta_2$ )
- aumento gluconeogenesi ( $\alpha$   $\beta_2$ )
- aumento lipolisi e chetogenesi ( $\beta_1$ )
- aumento termogenesi ( $\beta_1$ )

# 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 (farmacologico?)
- aumento chetogenesi

# ESERCIZIO FISICO

## EFFETTI GENERALI DELL'INSULINA

### - FEGATO

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

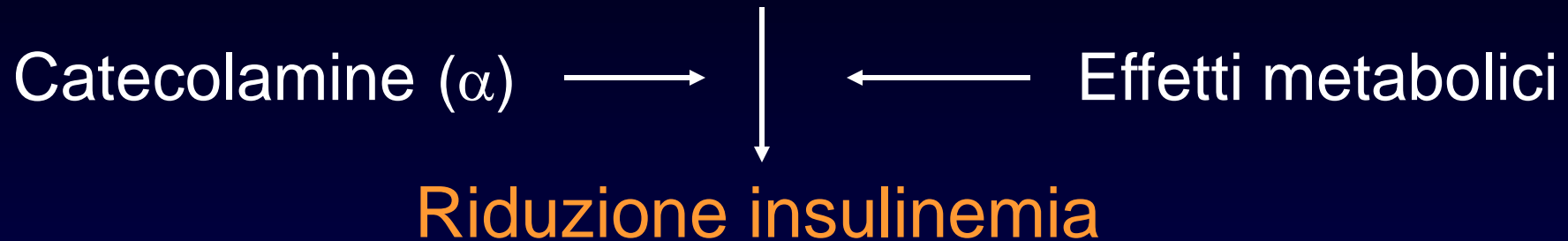
### - MUSCOLO

- aumento glicogenosintesi
- aumento sintesi proteica

### - TESSUTO ADIPOSO

- aumento sintesi trigliceridi

## Esercizio fisico (intenso)



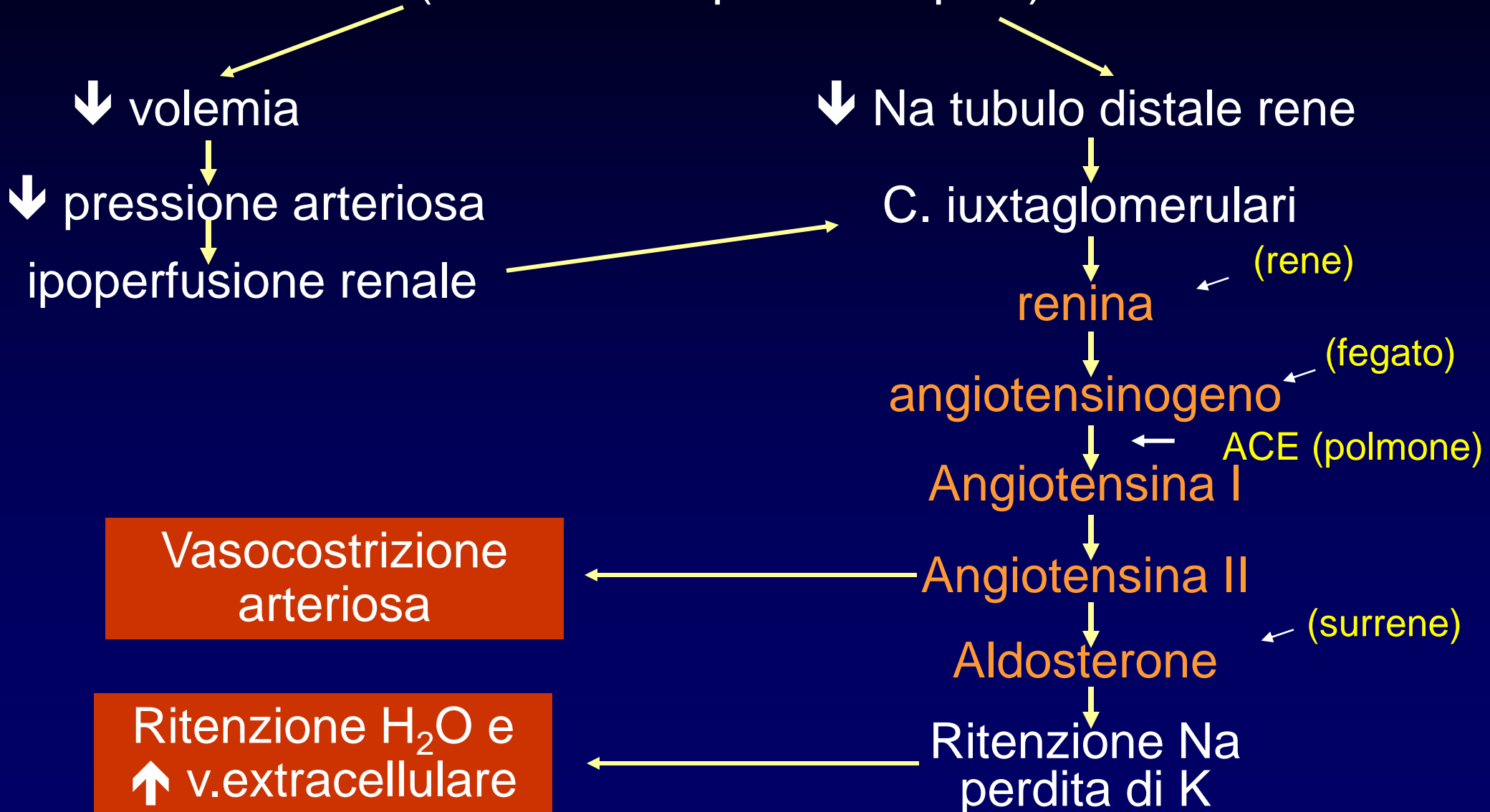
- aumento produzione epatica di glucosio
- aumento lipolisi
- aumento rilascio tessutale aminoacidi
- ridotto utilizzo glucosio tessuti insulinodipendenti
- conservato effetto su utilizzazione del glucosio nel muscolo in attività (meccanismo non insulino-mediato)

**Allenamento: aumentata sensibilità insulinica**



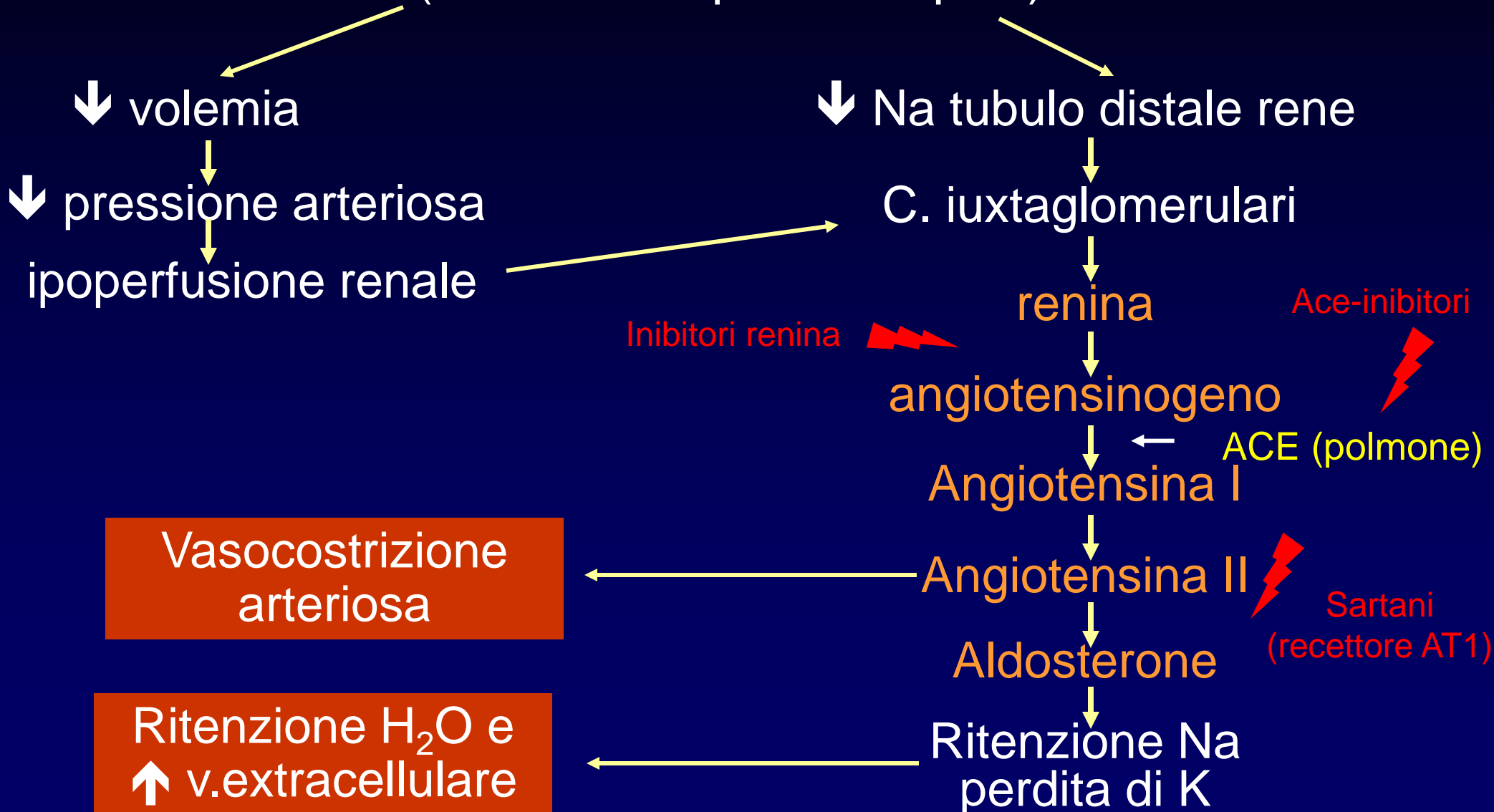
# Esercizio fisico e sistema renina-angiotensina

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



# Esercizio fisico e sistema renina-angiotensina

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



# Conseguenze generali dell'invecchiamento

- riduzione sintesi proteica
- declino funzione immunitaria
- aumento massa grassa
- perdita massa e forza muscolare
- riduzione densità minerale ossea

# La “fragilità” fisica dell’anziano

Stato di ridotte riserve fisiologiche associato ad aumentata suscettibilità alla disabilità

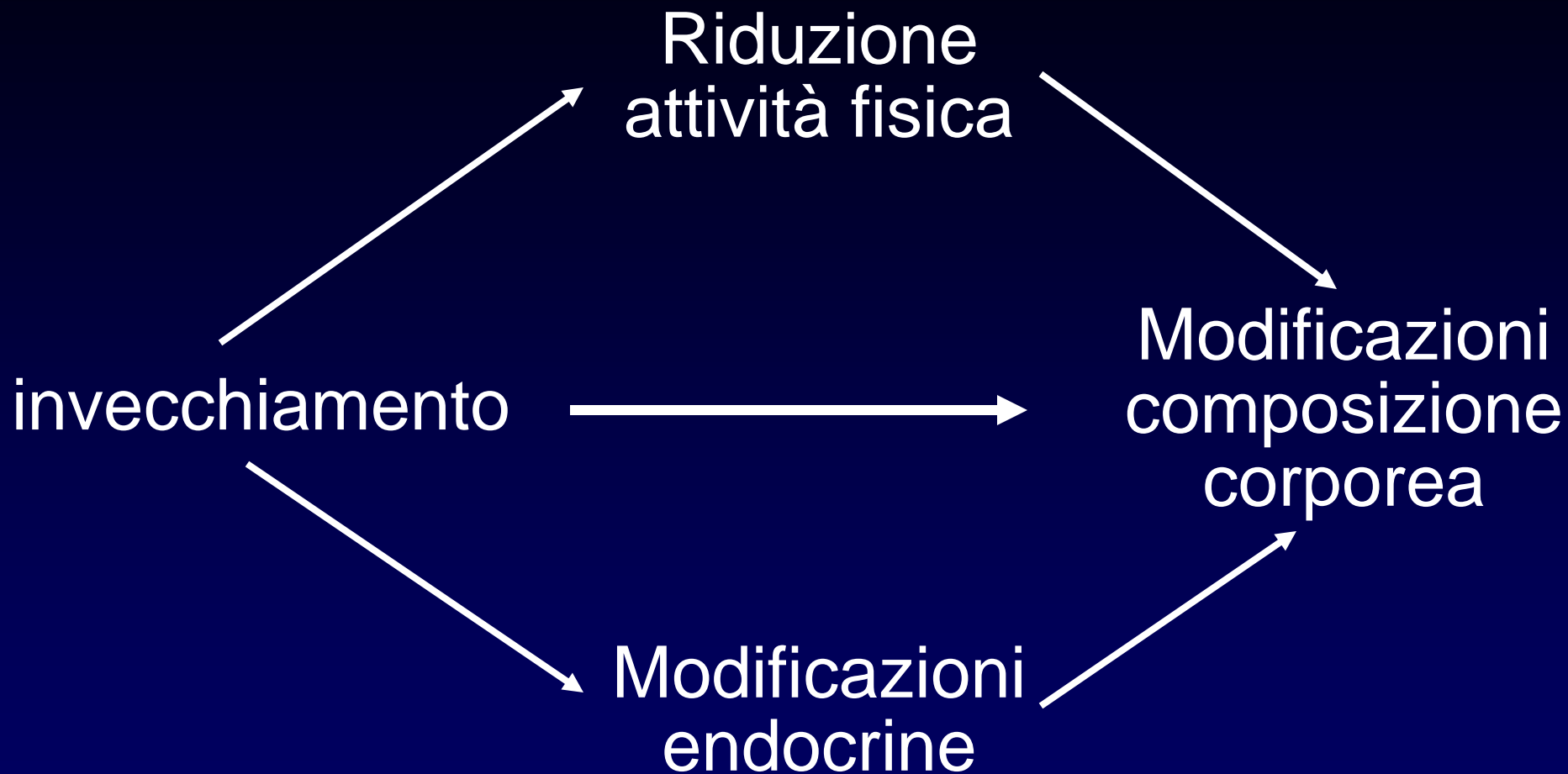


## Predisposizione a:

- cadute
- fratture
- difficoltà nelle attività quotidiane
- perdita di autonomia

# Principali cause di perdita di forza muscolare nell'anziano

- effetti dell'invecchiamento su fibre muscolari e nervose
- osteoartriti
- malattie croniche disabilitanti
- stile di vita sedentario



# Implicazioni delle modificazioni della composizione corporea nell'anziano

- ↓ massa muscolare →
  - riduzione forza muscolare
  - riduzione autonomia
  - rischio cadute
  - riduzione sensib. insulinica
- ↑ massa grassa → profilo metabolico aterogeno
- ↓ densità minerale ossea → fratture → disabilità





# Attività fisica nell'anziano

- strumento fondamentale nella prevenzione della fragilità senile
- difficile da implementare
  - necessità di supervisione (personalizzata)
  - necessità di spazi attrezzati
  - problemi di motivazione (drop-out frequenti)
  - limitazioni individuali

# Modificazioni endocrine nell'anziano

- para-fisiologiche
- patologiche

# Modificazioni endocrine **patologiche** molto frequenti nell'anziano

- alterazioni tolleranza ai carboidrati  
(spesso misconosciute o trascurate)
- disfunzioni tiroidee

# Meccanismi dell'alterata tolleranza ai carboidrati dell'anziano

- alterazioni  $\beta$ -cellulari
- riduzione massa muscolare
- modificazioni della sensibilità all'insulina nelle cellule bersaglio
  - dieta
  - riduzione attività fisica
  - aumento grasso addominale
  - altro