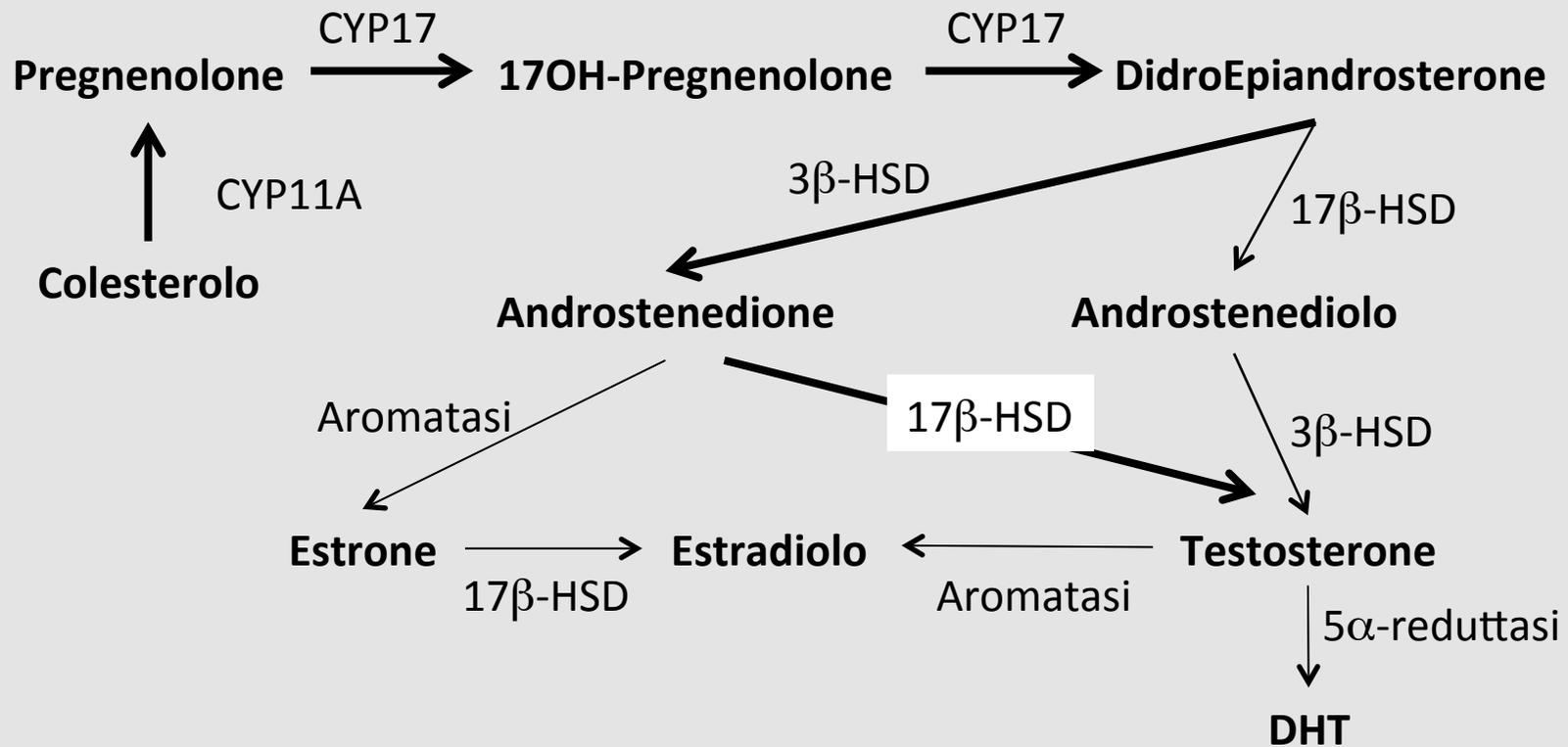


## STERIODI ANABOLIZZANTI

- Derivati sintetici del testosterone che sono stati modificati per aumentare **l'azione anabolica** rispetto a quella androgenica

# Biosintesi degli Steroidi Androgeni Anabolizzanti



# TESTOSTERONE

5-alfa reduttasi

CYP19 (aromatasi)

Diidrotosterone

Estradiolo

Recettore androgeni  
(NR3A)

Recettore androgeni  
(NR3A)

Recettore estrogeni

## Genitali esterni

Differenziamento nella gestazione  
Maturazione durante la pubertà  
Patologie prostatiche

## Follicoli piliferi

Incrementata crescita  
durante la pubertà

## Genitali interni

Sviluppo durante la gestazione

## Muscolo scheletrico

Aumento massa e forza  
durante la pubertà

## Eritropoiesi

## Osso

Chiusura epifisi,  
aumentata densità

# EFFETTI FISIologici DEGLI ANDROGENI

## **Nell'embrione**

- differenziazione in senso maschile dei genitali interni ed esterni

## **Alla pubertà**

- sviluppo caratteri sessuali secondari
- aumento masse muscolari
- raggiungimento picco massa ossea
- modificazioni psichiche
  
- sviluppo libido e funzione spermatica

## **Nell'adulto**

- mantenimento libido
- mantenimento caratteri sessuali secondari
- mantenimento forza muscolare
- mantenimento trofismo cutaneo
- mantenimento massa ossea

# STEROIDI ANABOLIZZANTI

## Effetti sulla composizione corporea

### BODY COMPOSITION:

aumento massa magra

riduzione massa grassa

riduzione dell'adiposità localizzata in regione glutea, femorale e tricipitale nelle donne

effetto lipolitico ed anabolico sulla muscolatura scheletrica potenziato dalla restrizione calorica

## RAGGRUPPAMENTO AZIONI FARMACOLOGICHE

- **Azioni morfogeniche:** irreversibili; si verificano durante l'embriogenesi
- **Azioni stimolatorie:** pubertà (peli, corde vocali, ossa)
- **Azioni di mantenimento:** reversibili; comportamento, libido, funzione riproduttiva
- **Altre azioni:** diminuzione tessuto linfoide; stimolazione eritropoiesi.

# Raggruppamento azioni farmacologiche

- **Effetti virilizzanti:** regolazione gonadotropine; spermatogenesi; sviluppo sessuale
- **Effetti anabolici proteici:**  
incremento densità ossea, massa muscolare, globuli rossi

# USI CLINICI

## Terapia sostitutiva

### Ipogonadismo

**prepuberale:** congenito e acquisito; terapia per 2-3 anni fino alla pubertà; dosi basse di mantenimento

**postpuberale:** disfunzione testicolare primaria; secondario alla distruzione dell'adenoipofisi

### Invecchiamento e impotenza

# USI CLINICI

## **Tumore mammella; endometriosi**

uso limitato a causa degli effetti virilizzanti

## **Azione anabolica proteica:**

aumentato uptake aminoacidi; incremento RNA polimerasi nel muscolo scheletrico; antagonismo delle azioni dei glucocorticoidi; utilizzato per persone di bassa statura (19-nortestosterone)

# SPECIALITÀ MEDICINALI, CONTENENTI STEROIDI ANABOLIZZANTI, PER USO TERAPEUTICO IN ITALIA

- Clobestol: Alfatrofodermin<sup>®</sup>, Trofodermin<sup>®</sup>
- DHEA: Gynodian depot<sup>®</sup>
- Nandrolone: Deca-Durabolin<sup>®</sup>, Dynabolon<sup>®</sup>
- Mesterolone: Proviron<sup>®</sup>
- Ossandrolone: Oxandrolone<sup>®</sup>
- Testosterone: Andriol<sup>®</sup>, Androderm<sup>®</sup>, Androgel<sup>®</sup>, Facovit<sup>®</sup>, TestoEnant<sup>®</sup>, Testogel<sup>®</sup>, Testovis<sup>®</sup>, Testoviron<sup>®</sup>, Sustanon<sup>®</sup>

## **Farmaci anabolizzanti androgeni disponibili in Italia**

Clobestol

DHEA

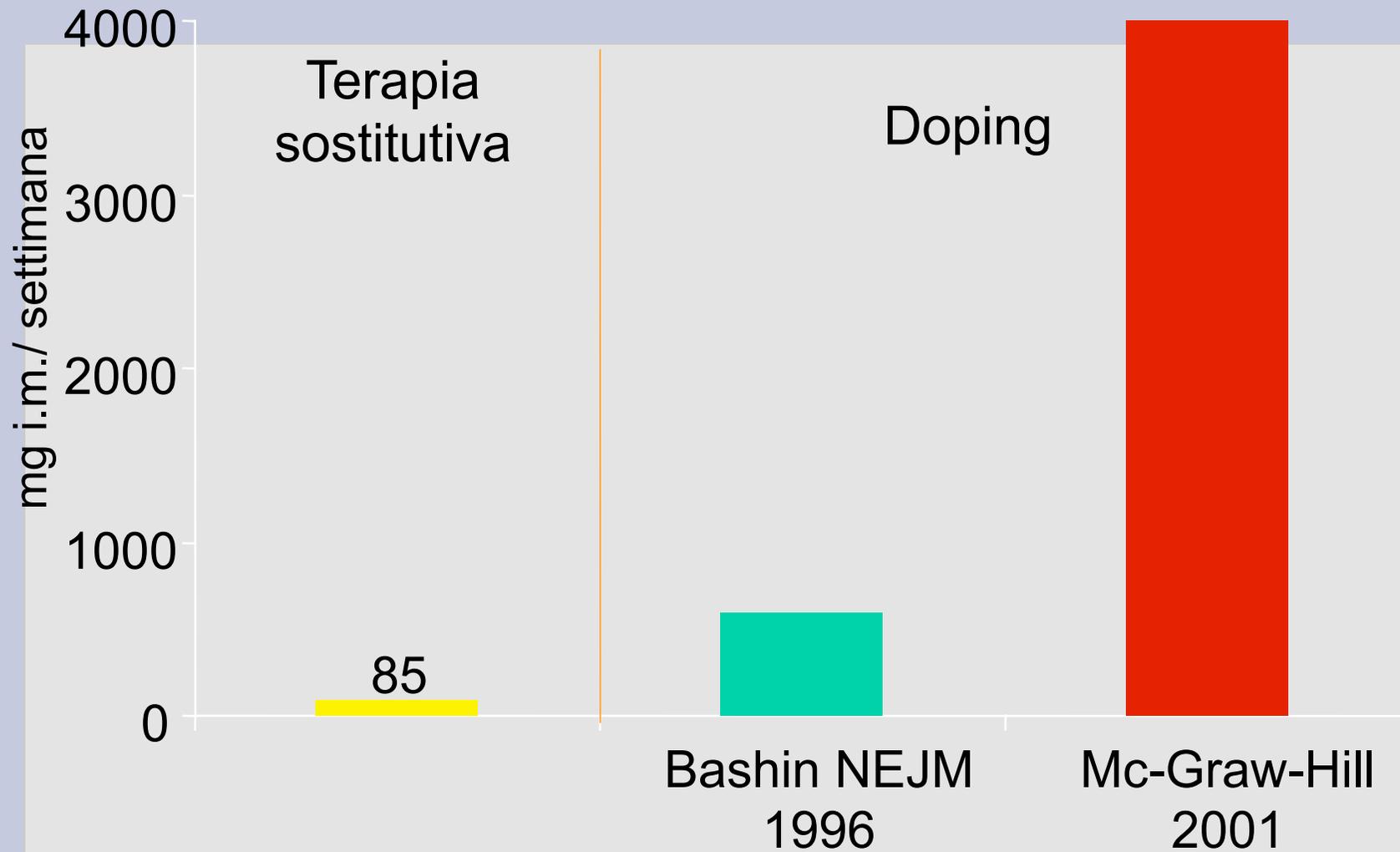
Nandrolone

Mesterolone

Ossandrolone

Testosterone

# DOSI TERAPEUTICHE E DOPANTI DEGLI ANDROGENI NEL MASCHIO



## EFFETTI DEL TE SUL MUSCOLO SCHELETRICO

	Età	Dose di Testost.	Modifiche della massa magra	Modifiche massa grassa	Modifiche della forza muscolare
<b>Bhasin 1997</b>	19-47	100mg/sett per 10 sett	+10 %	Nessuna modifica	+ 22 %
<b>Katzenelson 1996</b>	22 69	100mg/sett per 18 mesi	+7%	-14% body -13% s.c.	Non misurato
<b>Brodsky 1996</b>	33 57	3mg/kg ogni 15 gg per 6 mesi	+15%	-11%	Non misurato
<b>Wang 1996</b>	19 60	5 mg s.l. tre volte al giorno per 6 mesi	+2 %	Nessuna modifica	+ 8.7 kg Leg-press
<b>Snyder 2000</b>	22 78	Te patch per 12-36 mesi	+3.1 %	Nessuna modifica	Nessuna variazione
<b>Wang 2000</b>	19 68	Gel 50-100 mg/die per 180	+2.7	-1 kg	+11-13 Leg-press

# GLI AAS COME DOPING FUNZIONANO!

- Aumentano la forza e la massa muscolare. Aumentano l'aggressività, la resistenza agli allenamenti e il recupero dopo carichi di lavoro intensi
- I giovani e le donne: risentono maggiormente dell'effetto anabolizzante degli steroidi in termini di performance, ma sono anche coloro che hanno il maggior rischio di effetti collaterali

## EFFETTO DEL TE SULLA PERFORMANCE

- Aumento della forza muscolare volontaria
- Probabile effetto sulla performance di durata
- Il Te riduce il tempo di reazione e regola la trasmissione neuromuscolare

## Modalità di assunzione degli AAS nel doping

Assunti, sia per via orale che iniettiva, in modo ciclico tipicamente per periodi di 6-8 settimane intervallati da un uguale periodo di astensione.

Si utilizza uno schema di tipo piramidale con dosi crescenti e poi decrescenti

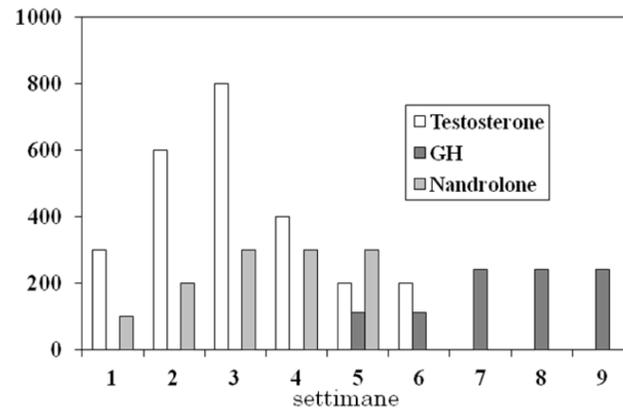
Rispetto ai dosaggi utilizzati nella terapia dell'ipogonadismo i dosaggi nel doping sono 10 a 40 volte superiori (anche > 100 tra pesisti).

Spesso uso contemporaneo di più anabolizzanti per evitare la tolleranza a un particolare steroide (modalità "stacking" - letteralmente accatastare)

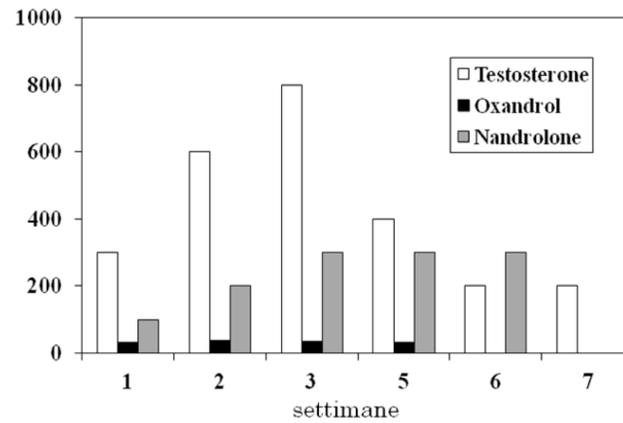
Utilizzo contemporaneo di altre sostanze

- ✓ per contrastare gli effetti avversi (es. HCG per ridurre inibizione testosterone endogeno)
- ✓ per evitare di essere individuati ai controlli antidoping
- ✓ per potenziare l'azione anabolizzante

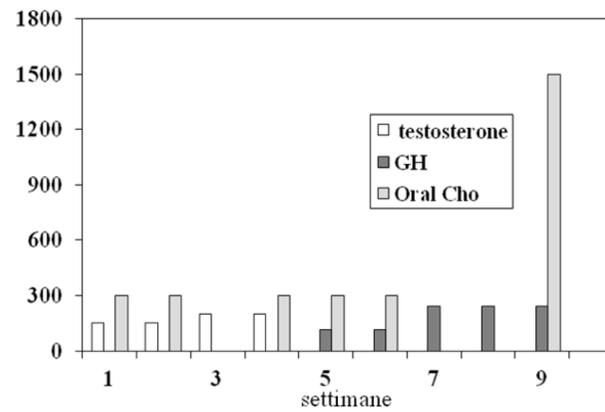
### Protocollo sequenziale



### Protocollo piramidale



### Protocollo per la preparazione di gare di durata



# DIPENDENZA DAGLI AAS

- Dipendenza psicologica comune
- Dipendenza fisica controversa

## Sindrome d'astinenza da AAS (modello bifasico)

- Prima fase (1-2 settimane)
  - agitazione, instabilità vasomotoria
  - Può essere necessaria ospedalizzazione
- Seconda fase (mesi)
  - depressione, debolezza
  - Esacerbazione sintomatologia da stato ipogonadale

<b>EFFETTI AVVERSI COMUNI A MASCHI E FEMMINE</b>	
<b>Sistema Nervoso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disturbi psichici (specie con uso discontinuo):</li> <li>• depressione, disturbi maniacali, psicosi, sindrome da astinenza con tendenza al suicidio</li> <li>• Euforia, mania, paranoia</li> <li>• Aggressività, ira, tendenza all'omicidio, abusi sessuali</li> </ul>
<b>Metabolismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione sensibilità insulinica</li> <li>• aumento colesterolo LDL, riduzione colesterolo HDL)</li> </ul>
<b>Sistema cardiovascolare</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poliglobulia</li> <li>• Ipertensione arteriosa</li> <li>• Ipertrofia ventricolare sinistra</li> <li>• Aumento rischio cardiovascolare (?)</li> <li>• Alterazioni emocoagulatorie</li> </ul>
<b>Fegato</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Epatotossicità (con androgeni 17<math>\alpha</math>-alchilati)</li> <li>• Aumento rischio di neoplasie epatiche primarie</li> </ul>
<b>EFFETTI AVVERSI NEL MASCHIO</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soppressione della funzione riproduttiva (contraccezione maschile), riduzione del volume testicolare</li> <li>• Ginecomastia</li> <li>• Ipertrofia prostatica/aumentato rischio di neoplasie prostatiche</li> </ul>
<b>EFFETTI AVVERSI NELLA DONNA</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amenorrea</li> <li>• Atrofia del seno</li> <li>• Irsutismo</li> <li>• ispessimento del clitoride</li> <li>• Abbassamento della voce</li> <li>• Alterazione disposizione adipe</li> </ul>
<b>EFFETTI AVVERSI IN ETÀ PREPUBERE</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pseudopubertà precoce</li> <li>• accelerazione saldatura cartilagini di accrescimento e arresto della crescita</li> <li>• Infezioni: Ascessi/cellulite, HIV, epatiti virali</li> <li>• Rotture tendini (superallenamento?)</li> <li>• Edemi per ritenzione idrica</li> <li>• Policitemia</li> </ul>

# TETRAIDROGESTRINONE (THG)

- Il tetraidrogestrinone (THG) è uno steroide anabolizzante specificatamente sviluppato come sostanza per aumentare la performance fisica e per cercare di evitare la sua individuazione nei test antidoping ([Nature 2003; 425:752](#))
- Atleti del baseball negli USA, quali Barry Bonds, Jason Giambi e Gary Sheffield, hanno testimoniato nel corso di un processo contro la Bay Area Laboratory Co-Operative (BALCO)
- Negli USA si è svolta una vera e proprio guerra prima di mettere al bando questa sostanza, particolarmente utilizzata e non proibita nel baseball (ora lo è)
- Il caso del THG evidenzia la continua necessità di migliorare i metodi per la detenzione delle sostanze dopanti
- Per la prima volta il THG è stato testato alle Olimpiadi di Atene