



**Facoltà di Scienze Motorie
Università degli Studi di Verona**

**“Farmacologia”
Lezione: Doping ematico**

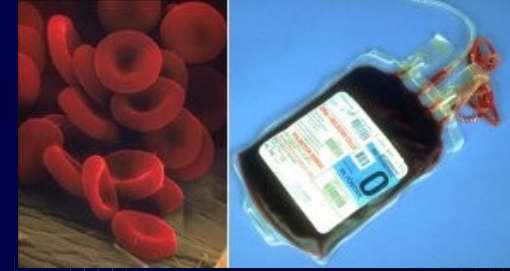
**Docenti:
G. Fumagalli**

Doping ematico



- Prima dell'EPO si utilizzava la tecnica delle trasfusioni di sangue per incrementare il numero di globuli rossi
- L'EPO ha rimpiazzato le trasfusioni in quanto determina un maggiore aumento di GR. Negli ultimi tempi, tuttavia, ci sono segnali di un ritorno alle autotrasfusioni in quanto non individuabili nei test
- Effetti simili a quelli dell'EPO e del doping ematico si possono ottenere anche con gli allenamenti in altura e con le tende ipo-ossigenate

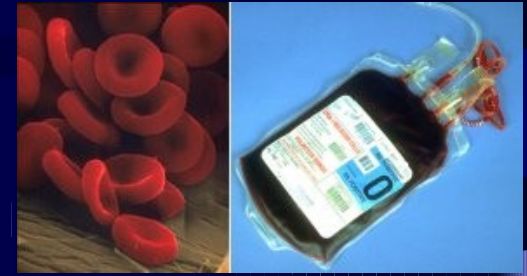
Doping ematico



- In Italia, questa tecnica nasce a Ferrara nella prima metà degli anni 80 (1984: F. Moser record dell'ora) con l'autoemotrasfusione

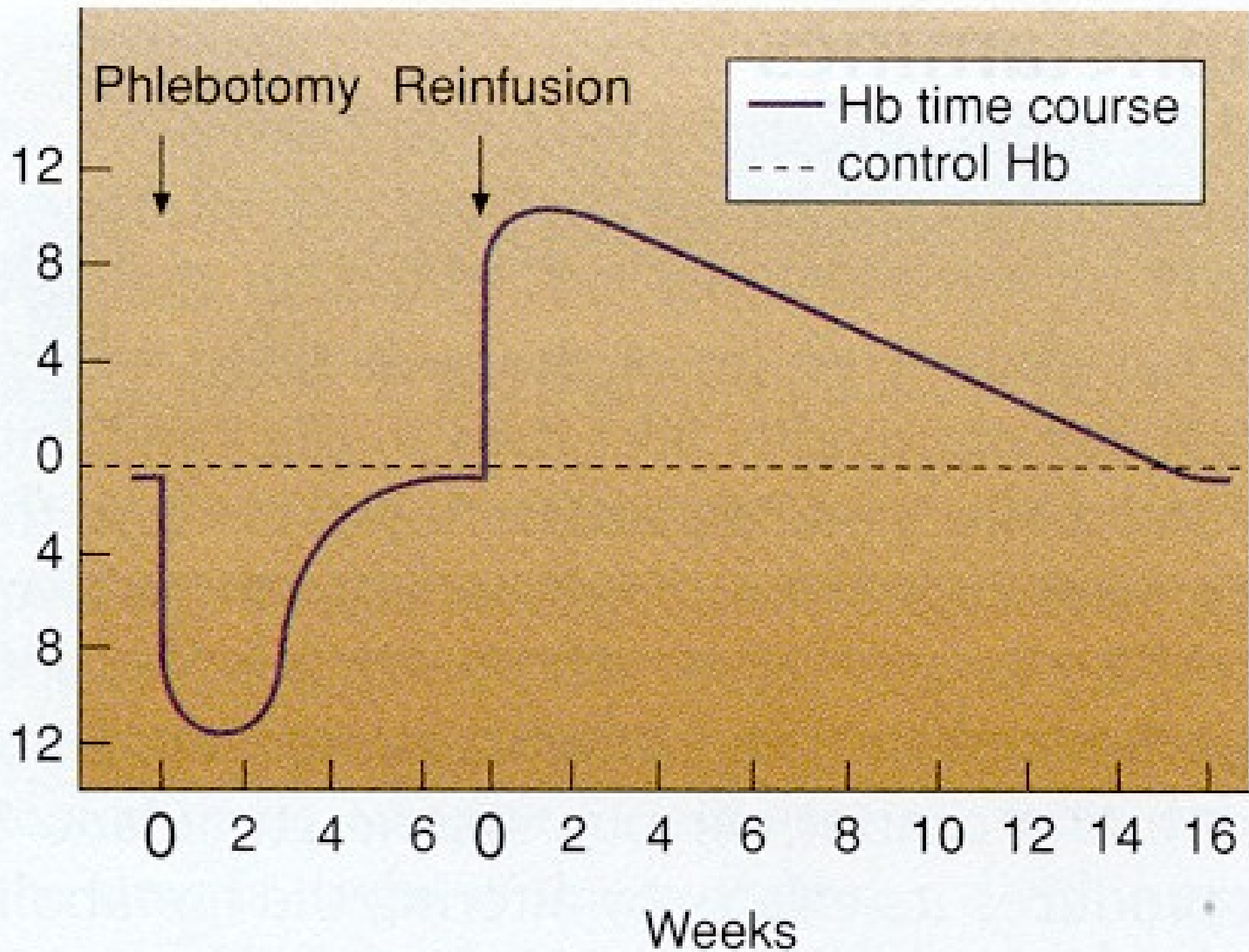


Doping ematico



- Due possibilità:
 - **Doping ematico omologo** (sangue proveniente da un'altra persona)
 - Sangue e sostituti plasmatici utilizzati in medicina
 - "Donor Doping" (generalmente compagni di squadra)
 - **Doping ematico autologo** (autotrasfusione)
 - Estrazione di es. 900 ml sangue - 5 sett. prima della gara
 - Infusione del sangue centrifugato (cellule impaccate) 1 o 2 giorni prima della gara

Con le trasfusioni si può incrementare la massa eritrocitaria del 20%

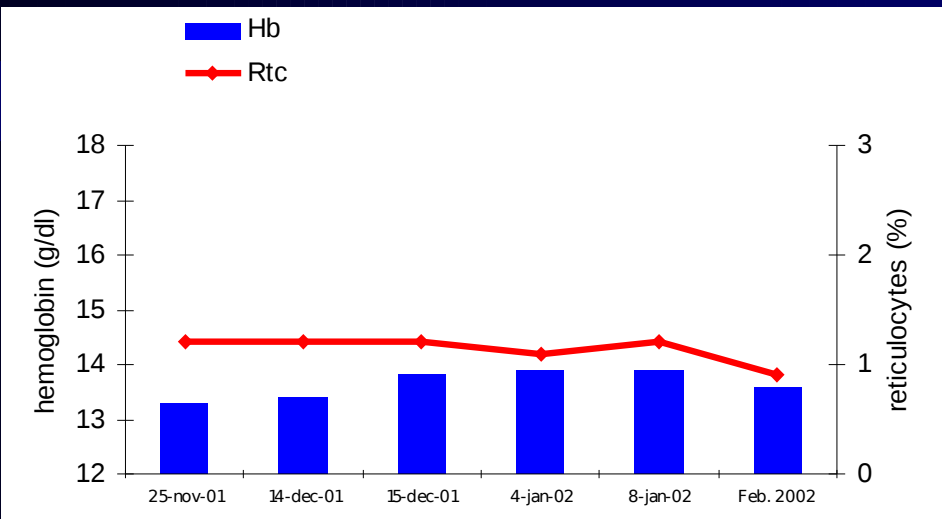


Vantaggi e svantaggi del doping ematico autologo

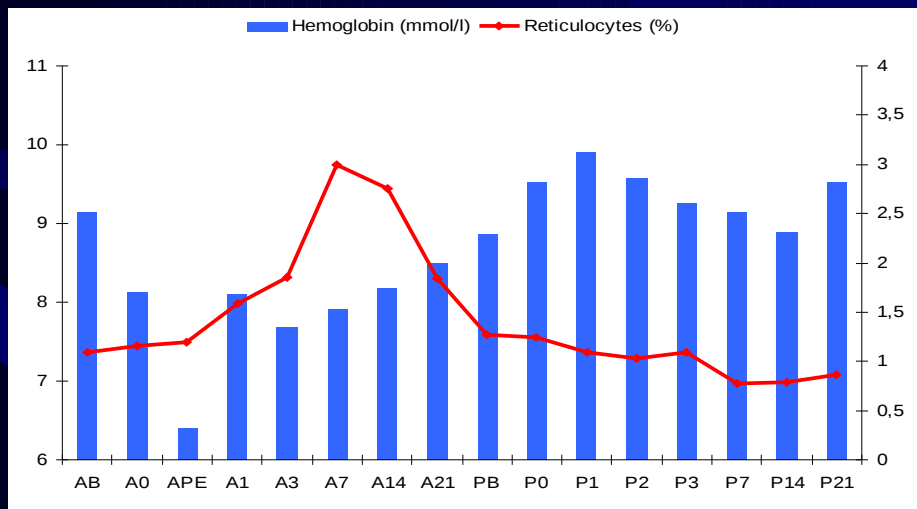
- Vantaggi
 - **“Nessun metodo di detenzione”**
 - Evitare patologie tipo AIDS ed epatiti
 - Evitare reazioni da sangue non compatibile
- Svantaggi
 - Diminuita performance durante l'allenamento dopo l'estrazione del sangue

Vantaggi e svantaggi del doping ematico omologo

- Vantaggi
 - Nessuna diminuzione della performance
- Svantaggi
 - **Possibilità di essere individuati!!!**
(individuazione degli antigeni minori dei GR del donatore)
 - Contrarre malattie dal donatore
 - Reazioni da trasfusione

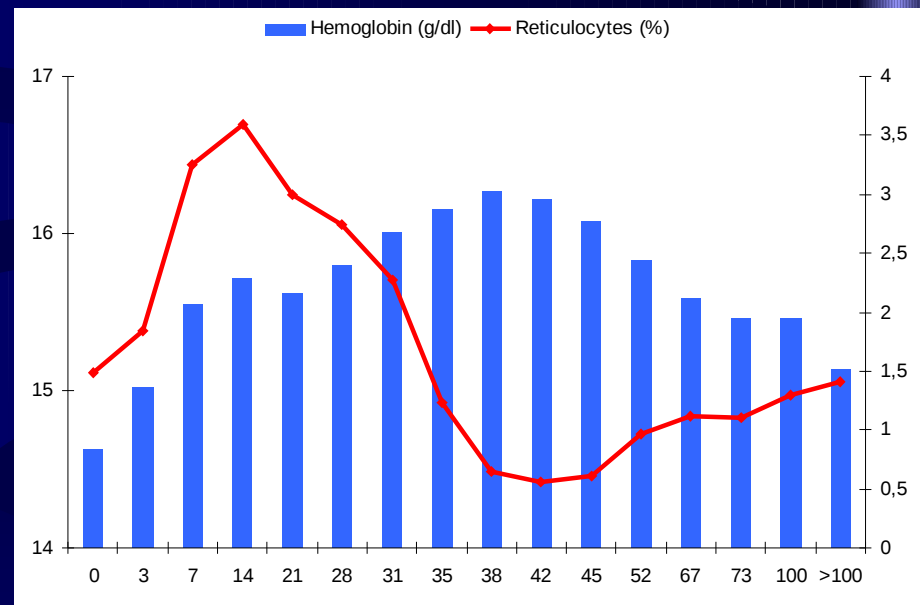


Atleta "pulito"



Doping ematico autologo (~ 1L)

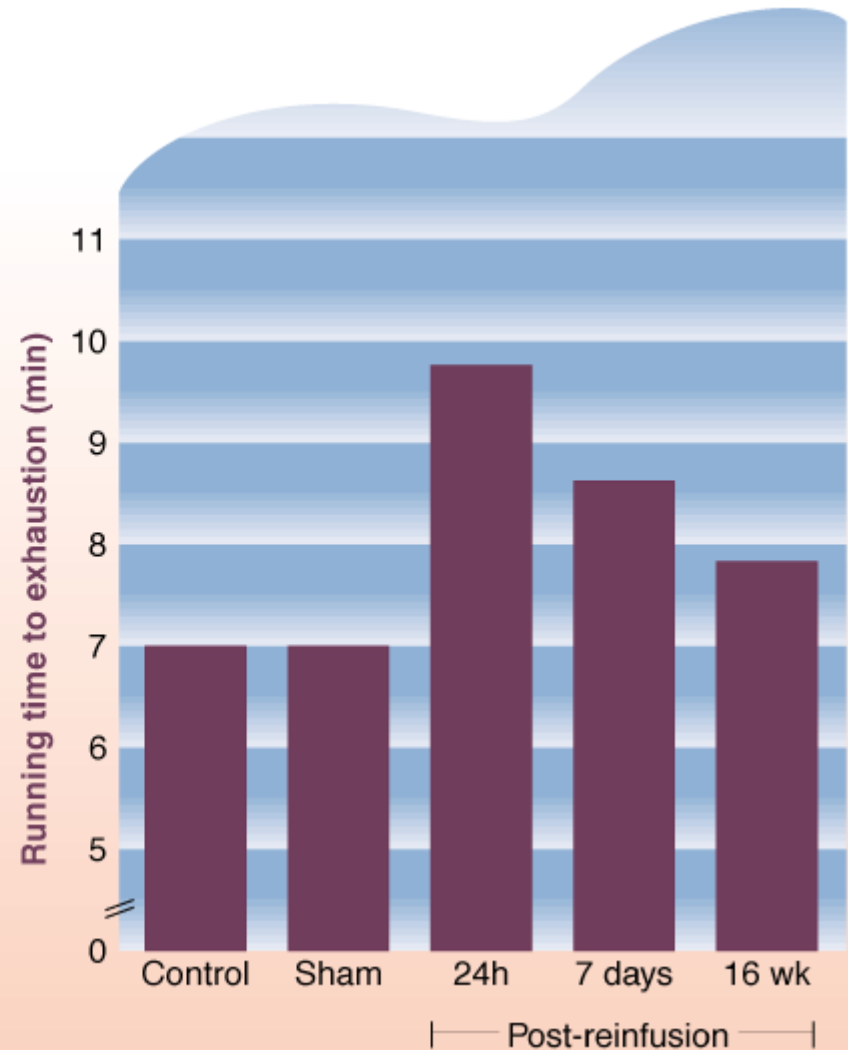
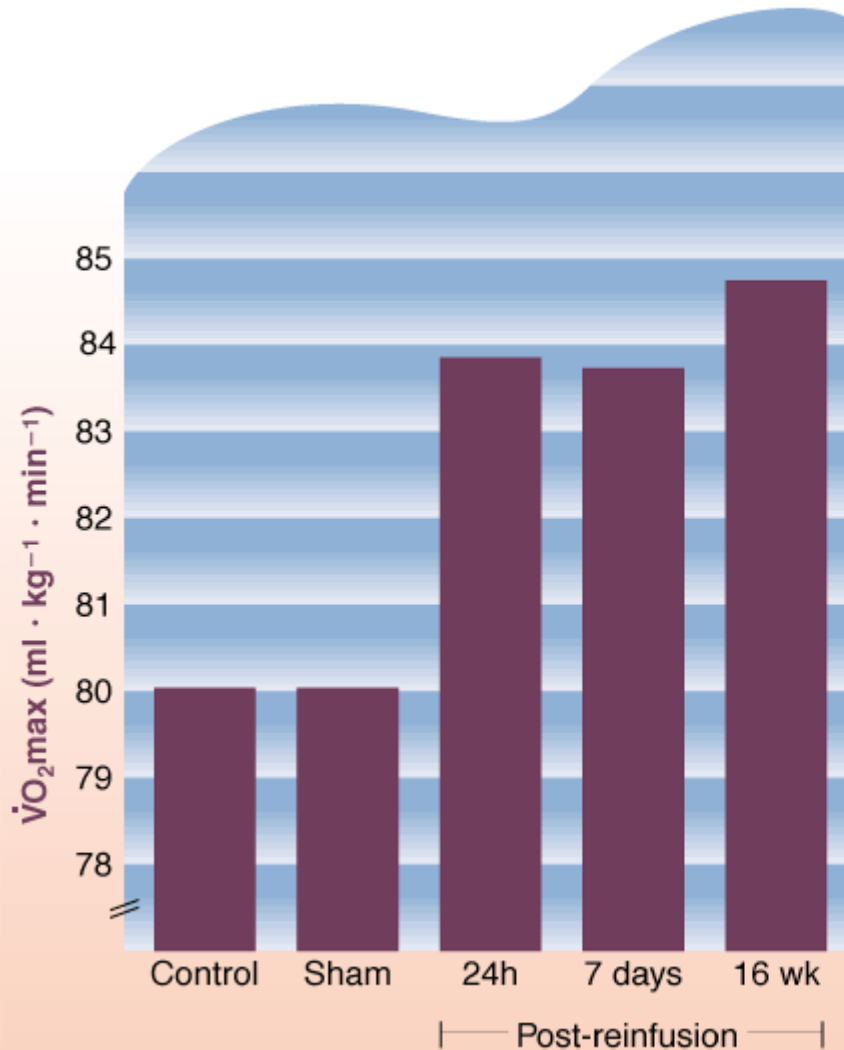
SP Mortensen, et al.. J Physiol. 1st revision



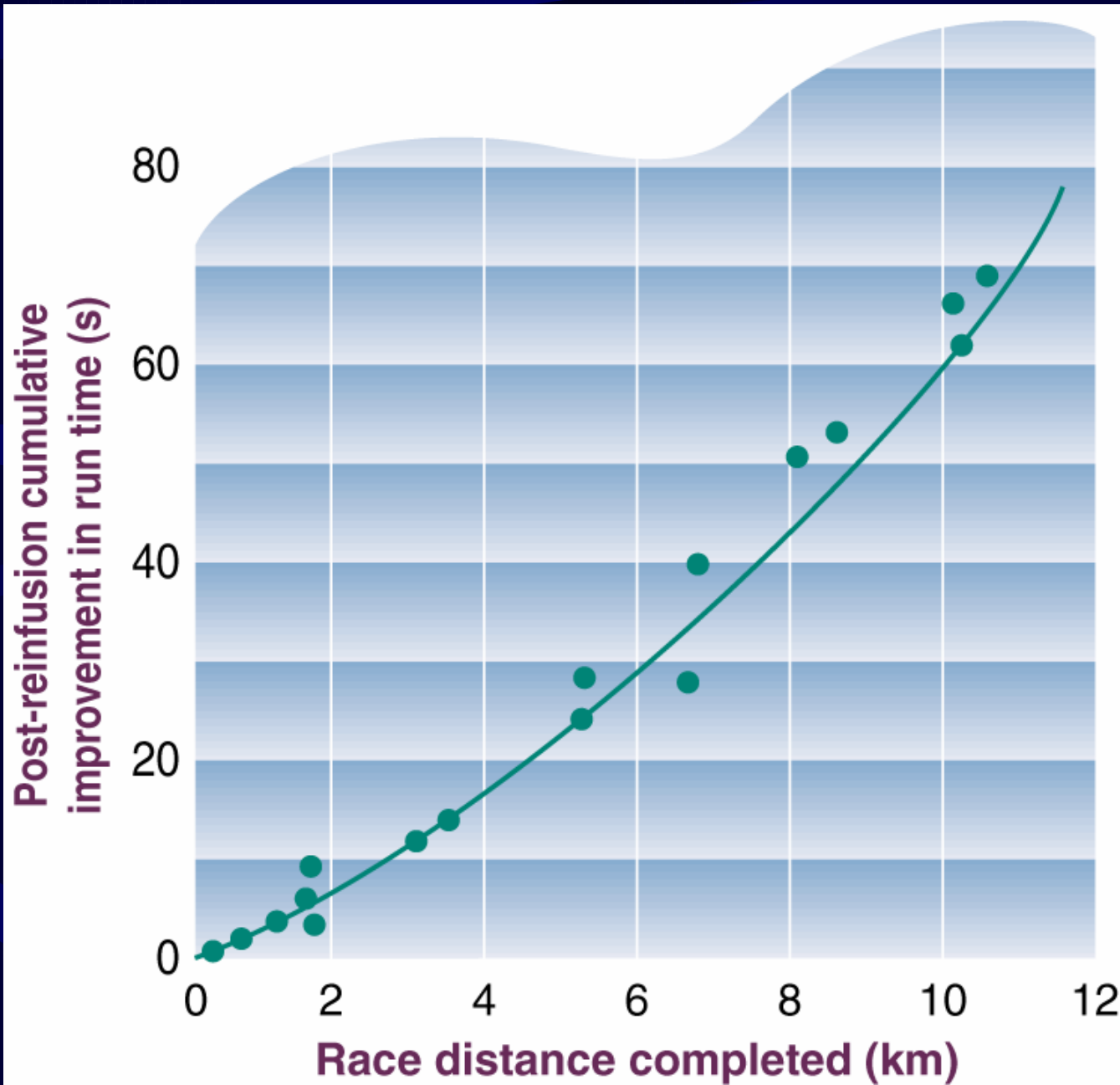
Soggetti trattati con Aranesp®

C. Lundby & R. Damsgaard. Scand J Med Sci Sports 2005

Effetti del doping ematico su $\dot{V}O_{2\max}$ e fatica



Performance dopo doping ematico



Altre tecniche per aumentare la disponibilità di O₂ nel sangue

I trasportatori di ossigeno come i **perfluorocarburi** (PFC), particelle inerti in forma di emulsioni, possono aumentare la concentrazione o la disponibilità di ossigeno arterioso per i muscoli, senza aumentare la concentrazione di emoglobina e/o il numero dei globuli rossi circolanti. I PCF sono capaci di aumentare la concentrazione di ossigeno disciolto come gas (senza quindi utilizzare l'emoglobina dell'organismo) con effetto praticamente immediato dopo la somministrazione e con successiva rapida eliminazione per via respiratoria. Le controindicazioni e i rischi non sono del tutto conosciuti. Tuttavia sono state registrate le seguenti reazioni avverse:

Incremento temperatura corporea (oltre 40°C)

Diarrea

Tossicità renale, epatica e polmonare

Infezioni ematologiche batteriche con prodotti contaminati

Tromboembolia

Altre tecniche per aumentare la disponibilità di O₂ nel sangue

Le **emoglobine di varia origine** (umana, bovina, prodotta attraverso tecniche di ingegneria genetica) variamente modificate per renderle più stabili e meno tossiche possono essere conservate, a differenza del sangue, per un lungo periodo. Queste emoglobine di sintesi non sono rintracciabili nelle urine, ma sono identificabili esclusivamente nel sangue, purché il prelievo del campione venga effettuato praticamente a ridosso della gara (poche ore prima o poche ore dopo). Si tratta infatti di sostanze che vengono rapidamente eliminate dal circolo sanguigno entro 12-24 ore al massimo.

Un test per individuare l'uso dei trasportatori di O₂ (HBOC)

Detection of Hemoglobin-Based Oxygen Carriers in Human Serum for Doping Analysis: Screening by Electrophoresis

Lasna F. et al. Clinical Chemistry 2004; 50:410-5

Usando un metodo elettroforetico gli Autori del lavoro sono riusciti ad individuare i seguenti prodotti HBOC in campioni di sangue:

- ✓ Hemopure (Hb bovina glutaraldeide-polimerizzata)
- ✓ PolyHeme (Hb umana piridossalata glutaraldeide-cross-linked) PHP (Hb umana piridossalata poliossietilene coniugata)
- ✓ Hemospan (Hb umana maleimide-polietilene-glicol-coniugata)
- ✓ HemAssist (Hb umana diaspirina-cross-linked)
- ✓ Ossiglobina

Con questo metodo si è riusciti a individuare Hemopure fino a 3-4 g dopo l'assunzione (al 5 giorno 11/12 campioni debolmente positivi)

Modificatori allosterici dell'emoglobina

- Rientrano tra le sostanze dopanti anche quei prodotti che consentono di modificare allostericamente l'emoglobina al fine di aumentare il rilascio di ossigeno della stessa a livello periferico
- Esempio i modificatori allosterici della serie RSR (2-[4-[(3.5 diclofenilcarbomoil)metil]-2-metilpropionato), il 2-3-difosfoglicerato e il metil-acetilfosfato.