

ADAPTATIONS CARDIOVASCULAIRES SPORT ET CHALEUR

Dr B. Melin

Mise à jour 1^{er} novembre 2010



**INSTITUT DE RECHERCHE
BIOMEDICALE DES ARMEES**

IRBA - Brétigny s/ Orge

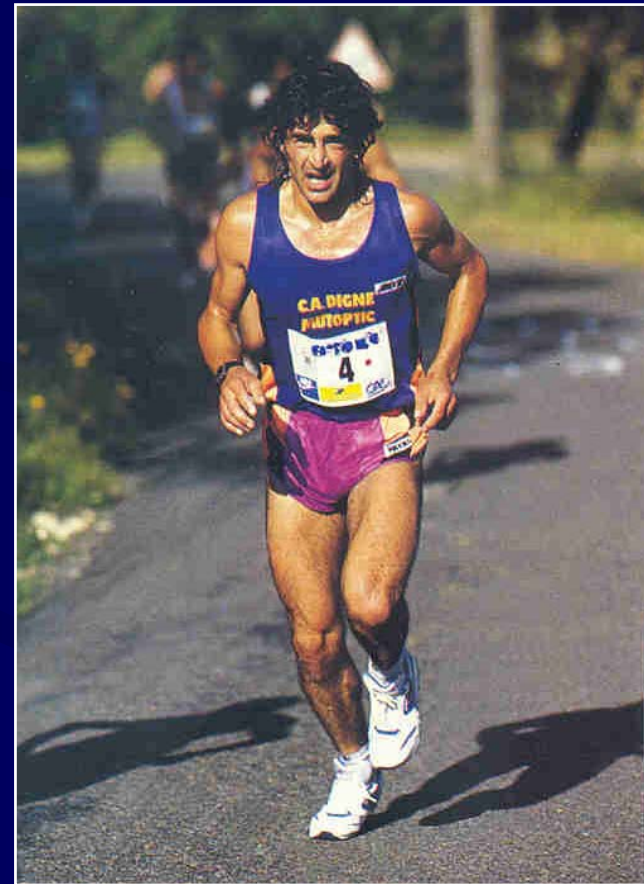
Activité physique et chaleur

Contraintes liées à la durée et à l'intensité de l'exercice physique

Les conditions climatiques difficiles (chaleur, humidité) sont d'autres sources de contraintes



Retentissement sur l'hydratation corporelle et les réponses cardiovasculaires et thermiques



Au début de l'exercice physique

L'activité physique , au prorata de son intensité, s'accompagne d'une astreinte cardiovasculaire :

- besoins d'apport en O_2 et en nutriments aux muscles en activité
- nécessités d'éliminer les « déchets » (CO_2 , chaleur...)



Adaptation du débit cardiaque (Q_c) à la nouvelle répartition des débits sanguins locaux

Adaptation de Q_c en début d'exercice

↗ débit sanguin musculaire

↘ débit sanguin cutané

↘ débit sanguin hépato-splanchnique

↘ débit sanguin rénal

↗ débit sanguin coronaire

= débit sanguin cérébral

Les facteurs de l'adaptation de Q_c :

- * élévation du volume d'éjection systolique (VES)
- * élévation de la fréquence cardiaque (FC)

Incidences sur la PA (exercices de type endurant) :

- * PA systolique augmente
- * PA diastolique diminue
 - ⇒ PAM augmente légèrement

Quand l'exercice se prolonge

Production de chaleur métabolique

⇒ stockage thermique



↑ débit sanguin cutané (échangeur thermique)
et thermolyse sudorale



Déshydratation et baisse du volume plasmatique



Dérive de FC



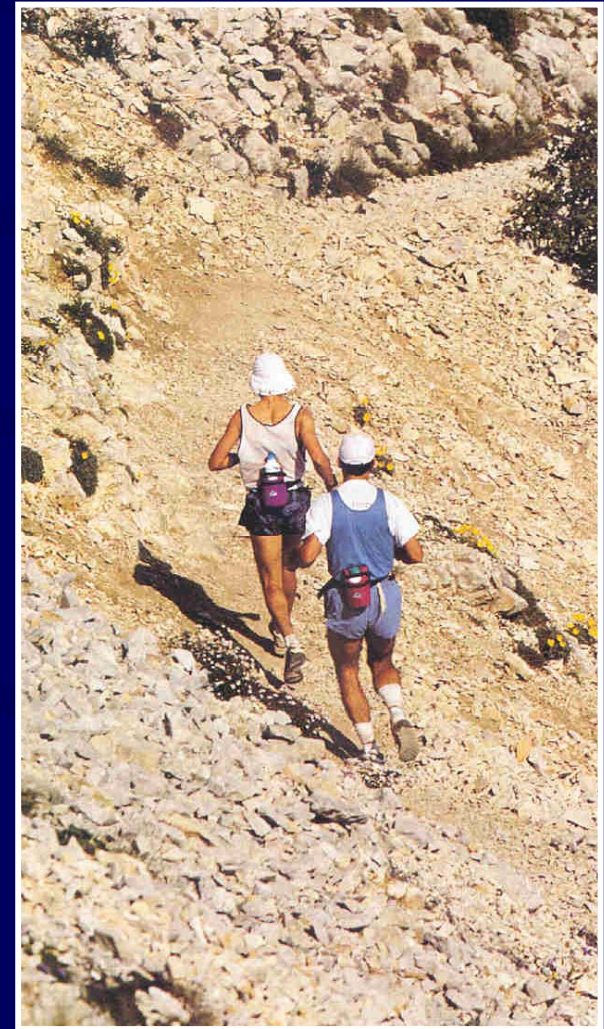
Hyperthermie

Exercice à la chaleur (1)

La réalisation d'un exercice à la chaleur impose à l'organisme une contrainte thermique supplémentaire

Si $T_{air} > 35^{\circ}C \Rightarrow$ l'organisme reçoit de la chaleur

L'évaporation de la sueur est la seule possibilité d'élimination calorifique



Exercice à la chaleur (2)

* Si l'évaporation est permise par l'ambiance (air sec) :

contrainte thermique compensée au prix d'une augmentation du débit sudoral \Rightarrow déshydratation accrue

* Si l'évaporation permise par l'ambiance est nulle ou faible (air humide) :

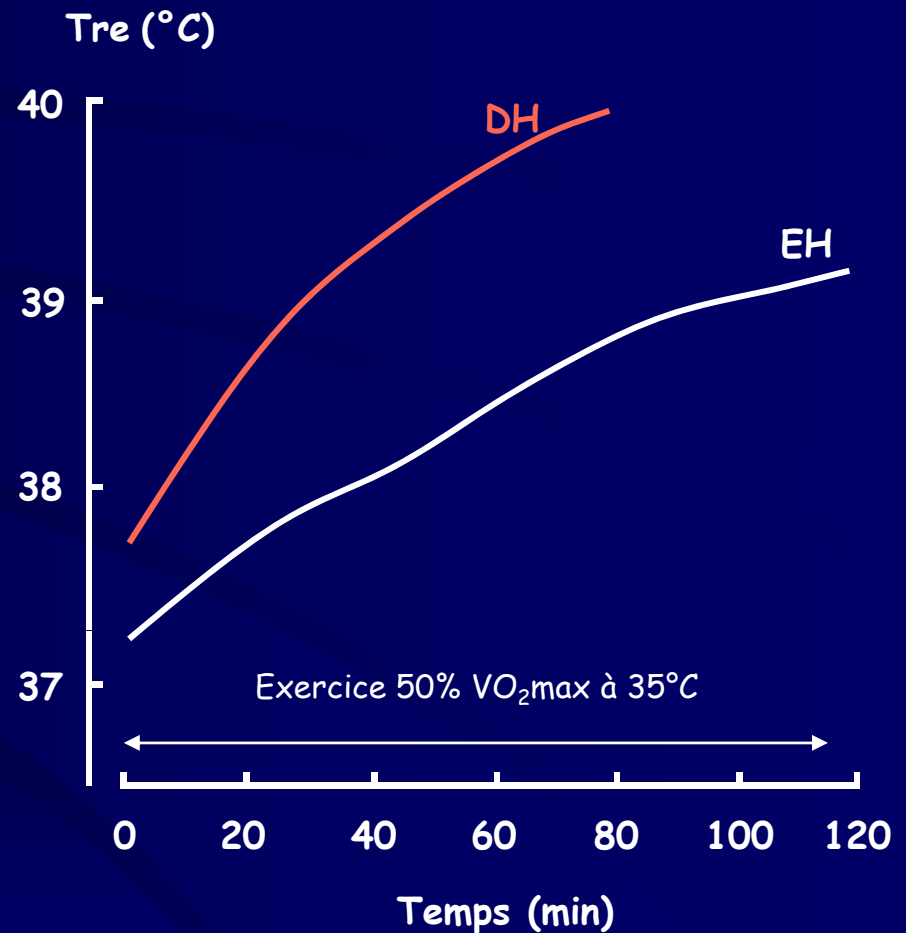
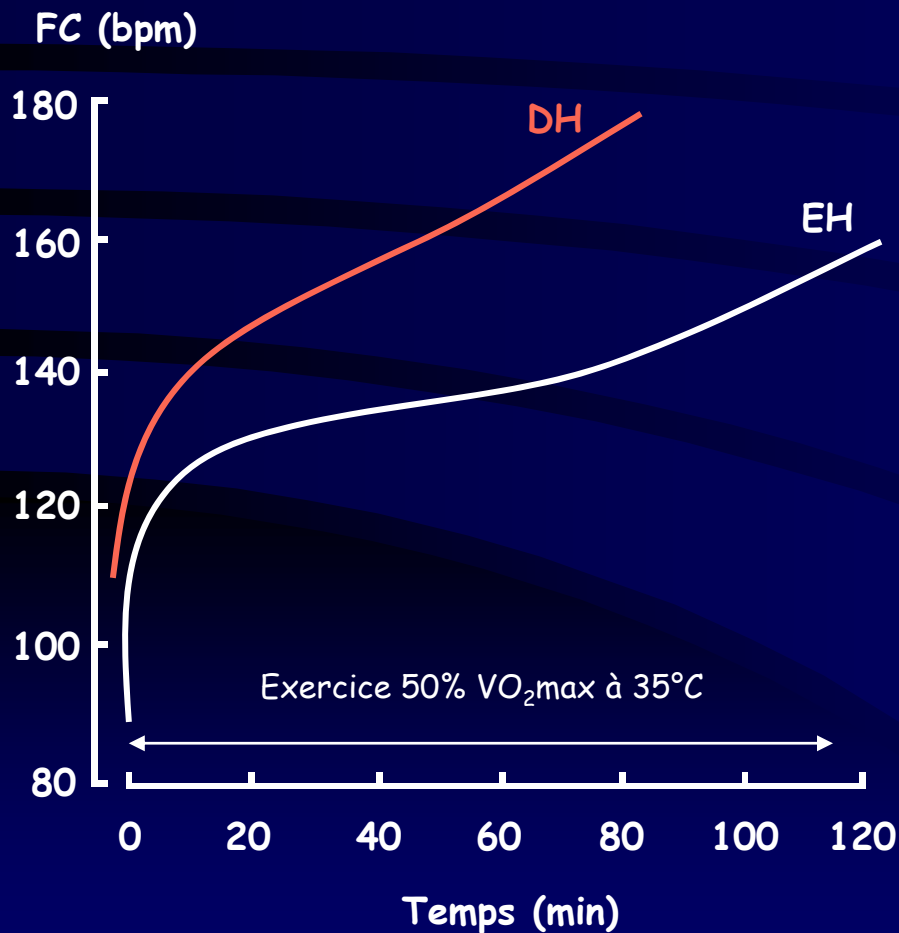
stress thermique non compensable \Rightarrow déshydratation majeure
rapidité du déplacement de la masse sanguine vers la périphérie
 \Rightarrow risque de collapsus cardiovasculaire (hypovolémie centrale)

Déshydratation corporelle : performance et réponses CV et thermiques à l'exercice à la chaleur

EH : normohydratés avant exercice

DH : déshydratés (2.7% pc) avant exercice

(Melin et al., 1990)



Apparition plus précoce de la fatigue due à la réduction :

- de Q_c
- des débits sanguins musculaires et cutanés
- de la PAM (Gonzalez-Alonso, 1998)

La baisse de VES est l'élément majeur qui contribue à la réduction de Q_c (malgré la dérive de FC) due à :

- diminution du volume sanguin central
- élévation de FC (réduit le remplissage diastolique)

(Gonzalez-Alonzo et al., 2000)

Le stress chaud entraîne une réduction de $VO_2\text{max}$ due à :
la baisse de Q_c et de PAM qui limitent les débits sanguins et d'apport en O_2 aux muscles actifs

(Gonzalez-Alonzo et Calbet, 2003)

Risques d'accidents (1)

* Le syndrome de déshydratation :

2% : soif importante, capacité physique altérée

4% : fatigue importante, capacités intellectuelles dégradées

6% : épuisement (+++)

8% : confusion mentale, délire

15% : décès

* La syncope de chaleur :

Précédée par pâleur, nausées, soif

Instabilité circulatoire due à la réduction du volume sanguin central :

vasodilatation périphérique et hypovolémie liée à la déshydratation

Risques d'accidents (2)

* L'épuisement à la chaleur :

Epuisement physique et psychique

Abattement, troubles du caractère, hyperthermie, déshydratation

* Le coup de chaleur d'exercice :

Accident le plus redouté en raison de sa gravité

Troubles de conscience, hyperthermie $> 40^{\circ}\text{C}$, insuffisance hépatique et rénale, rhabdomyolyse, CIVD

Urgence (+++) ; réanimation en service spécialisé

La tolérance physiologique

Sujets « intolérants à la chaleur » :

- élévation plus marquée de T_{int} et de FC
- apparition plus rapide de la fatigue
- risque accru d'accidents

Lié à des facteurs transitoires :

insuffisance d'acclimatement, déshydratation, pathologie infectieuse, médicaments, drogues...

Lié à des facteurs permanents :

insuffisance des mécanismes thermorégulateurs :

noyau → périphérie cutanée → environnement

tests de tolérance et des marqueurs biologiques

susceptibilité génétique à la tolérance à la chaleur

(Heled et al., 2004)

altération de la transcription de gènes liés à la cytoprotection

(Moran et al, 2006)

Recommandations

Eviter la pratique sportive intensive par temps chaud et humide
Danger lié aux vêtements peu perméables à la vapeur d'eau

Examen médical préalable rigoureux au particulier au plan
cardiovasculaire :

- les efforts de longue durée ou à la chaleur sont contre-indiqués au cardiaque
- réalisation d'une épreuve d'effort en milieu cardiologique
- la détermination des possibilités aérobies maximales ($VO_2\text{max}$) permet de mieux optimiser l'intensité de l'effort à adopter

Contre-mesures adaptées :

- acclimatement à la chaleur
- apports hydrominéraux
- refroidissement corporel préalable

Acclimatement à la chaleur

Exercices répétés à la chaleur → acclimatation progressive et amélioration de la tolérance à la chaleur

Acclimatement maximal après 10 jours d'exposition régulière
(100 min - exercice continu - intensité modérée à la chaleur)

- déclenchement plus précoce de la sudation
- débit sudoral augmenté
- FC et T_{int} plus basses lors de l'exercice

Acclimatement reste optimal pendant 15 jours puis disparaît dans les 15 jours suivants

(Sawka et al., 2003)

Apports hydrominéraux adaptés

(Melin, 2001)

La soif n'est pas un critère fidèle de l'importance de la déshydratation

Déterminer le volume maximal de boisson qui peut être ingéré par prise sans gêne pour l'activité

Pour des durées d'exercice supérieures à 3 heures :

- consommation abondante de boisson (jusqu'à 1 l/h)
- apports absolument recommandés de NaCl (1,2 g/l) dans la boisson
- apports conseillés de sucres dans la boisson (60 g/l)

Refroidissement corporel préalable

Pre-cooling : immersion en eau fraîche, veste avec packs de glace ou circulation de liquide refroidi...

- réduction de l'astreinte physiologique lors d'un exercice endurant à la chaleur avec effet favorable sur la performance physique (Arngrimsson et al., 2004)

- problème concernant la gestion pratique sur le terrain

CONCLUSION

L'exercice musculaire prolongé à la chaleur entre dans la catégorie des sports en conditions extrêmes

Le système cardiovasculaire est particulièrement sollicité

La déshydratation et l'hyperthermie vont altérer l'adaptation de Q_c et favoriser l'apparition de la fatigue et les risques d'accidents

Une bonne tolérance à la chaleur est requise ainsi que le respect des recommandations, en particulier l'apport hydrominéral