

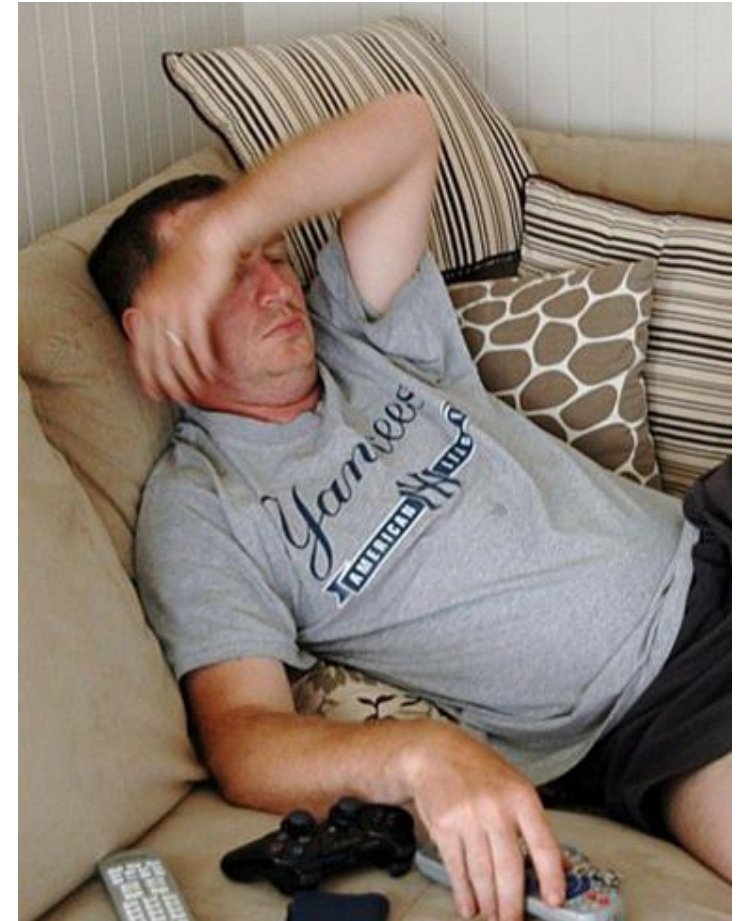
Biologie fonctionnelle et nutritionnelle chez le sportif

Olivier Coudron MD

1 Bilan lors d'une « prescription » de remise en mouvement

☐ Les indications :

- ☐ Patients sédentaires
- ☐ Bilan avant une remise en mouvement
- ☐ Le « sportif occasionnel »



1 Bilan de remise en mouvement

☐ Les renseignements que vous recherchez

- ☐ Comment mon patient gère-t-il la charge en glucide au repos et à l'effort?
- ☐ Comment adapter ses apports de glucides ?
- ☐ Mon patient a-t-il un risque cardiovasculaire à l'effort?
- ☐ Dois-je explorer davantage son profil de risque CV ?



1 L'évaluation biologique

Le métabolisme
des glucides de
votre patient
sédaantaire

Glycémie

HOMA

Le profil
lipidique du
patient

Acides gras

Index
oméga 3

Les risques
cardio-
vasculaires

Cholestérol
et TG

Ac LDL Ct
oxydé



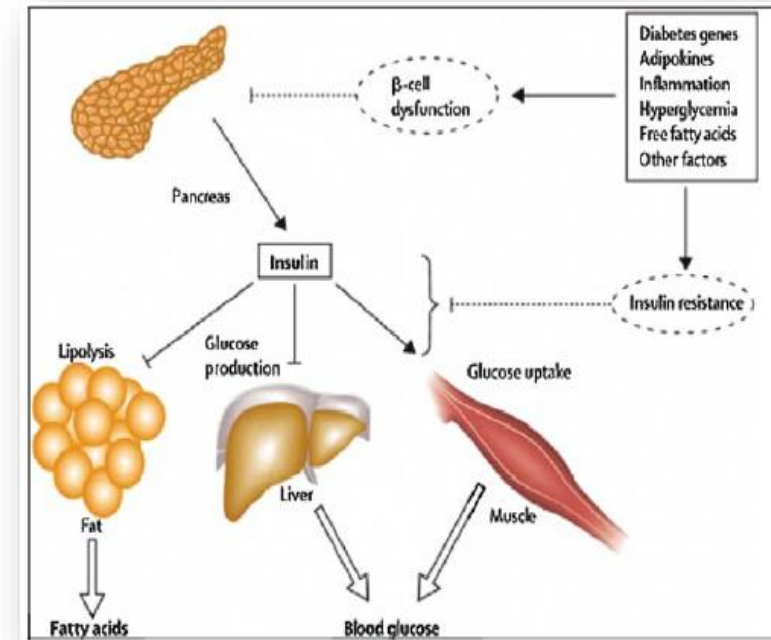
Physiologie et bilan de santé

❑ La physiologie des glucides :

❑ Test de HOMA et QUICKI

❑ Quel est le degré de sensibilité à l'insuline de votre patient ?

- Le sédentaire et l'insulinorésistance
- impact sur la nutrition de la remise en mouvement
- impact sur la nutrition du sportif



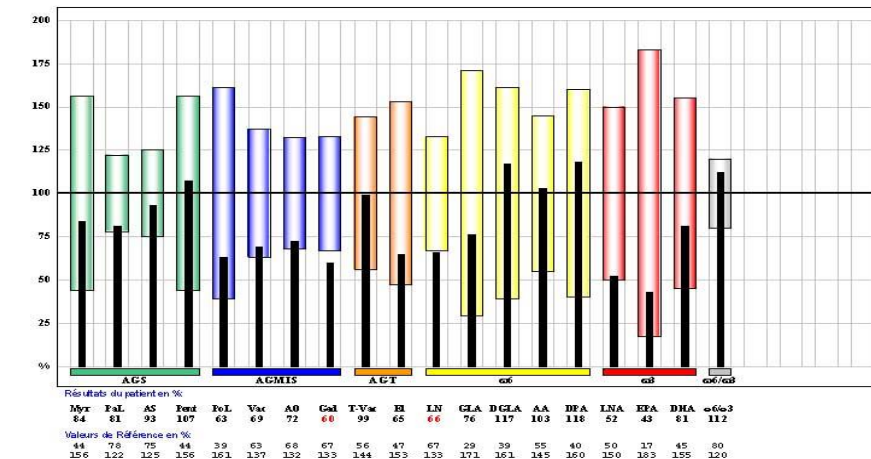
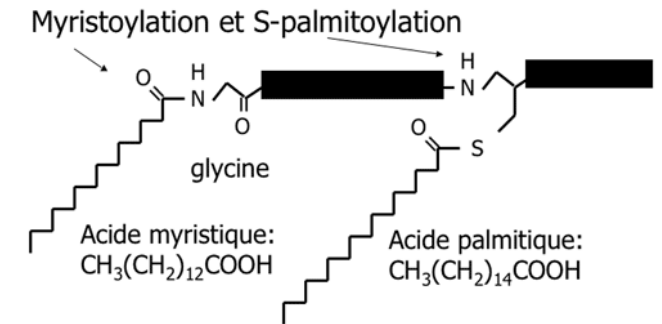
Physiologie et bilan de santé

□ La physiologie des lipides

□ Le profil des acides gras

□ Quel est le profil d'acides gras de votre patient ?

- Les acides gras comme substrat énergétique
 - Plamytoilation
 - Acylation
- les acides gras comme facteur de santé cardio-vasculaire
 - LNA, EPA, DHA

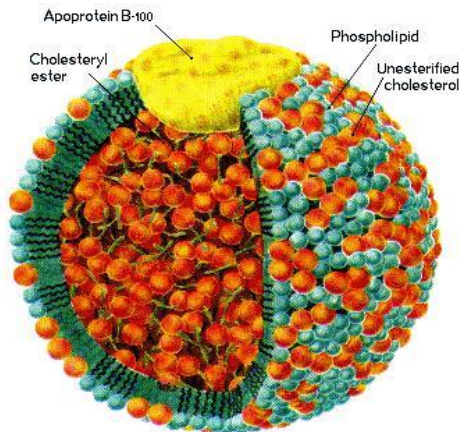


Physiologie et bilan de santé

❑ Le risque cardio-vasculaire à l'effort

❑ Quels sont les facteurs de risque cardio-vasculaire ?

- Les facteurs de risque liés au cholestérol oxydé
 - Phénotype B
 - oxydation du LDL cholestérol

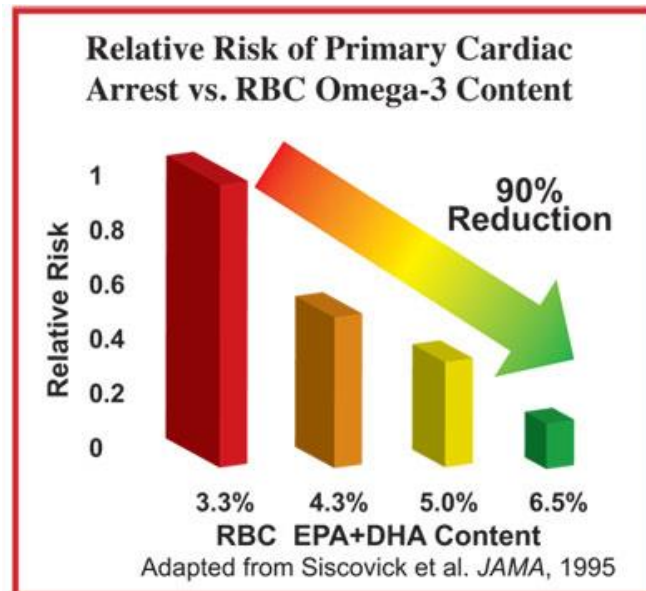


Physiologie et bilan de santé

❑ Le risque cardio-vasculaire à l'effort

❑ Quels sont les facteurs de risque cardio-vasculaire ?

- Les facteurs de risque liés au cholestérol oxydé
- Les facteurs de facteurs de risque lié à la fibrillation à l'effort
 - l'indice oméga trois



Vous prescrivez :

☐ Glycémie à jeun/insulinémie à jeun

☐ Calcul des indices HOMA

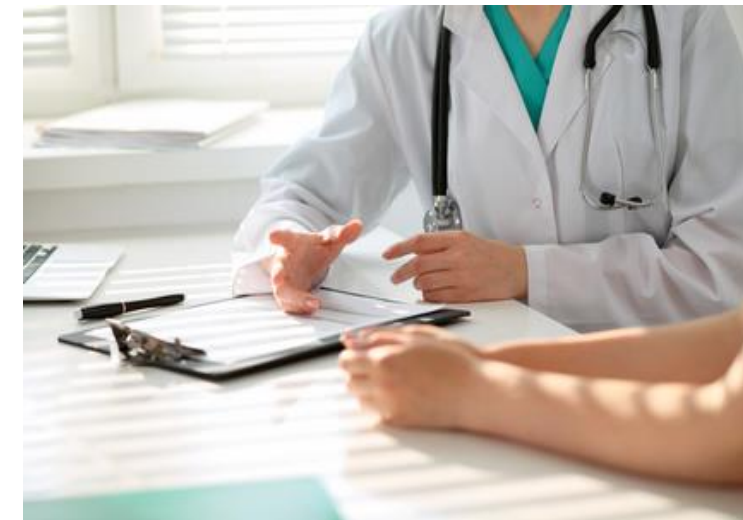
☐ Bilan lipidique

☐ Profil des acides gras érythrocytaires

☐ Cholestérol total/HDL LDL cholestérol/triglycérides

☐ Anticorps anti LDL cholestérol oxydé

☐ ApoA1/ApoB



Résultats rendus et interprétation

□ Exploration de la sensibilité à l'insuline

- $HOMA > 2,4$: insulino-résistance

□ Exploration du métabolisme lipidique

- Évaluation biologique du risque cardio-vasculaire à l'effort
- Index oméga 3 $< 8\%$:
 - majoration du risque de mort subite par fibrillation ventriculaire
- Métabolisme des substrats lipidiques énergétiques



2 La consultation de suivi d'un patient sportif

☐ Évaluation clinique

- ☐ impédancemétrie
- ☐ hygiène de vie, alimentation, repos...

☐ Évaluation biologique

- ☐ Optimiser la performance, éviter la fatigue
- ☐ Repérer les déficits induits par le sport



Recherchez...

Les 3 points faibles du sportif

Le sport et les déficits
en micronutriments

Les déficits «
classiques »

Les déficits plus
spécifiques du
sportif

Le sport et les
dysfonctions cellulaires

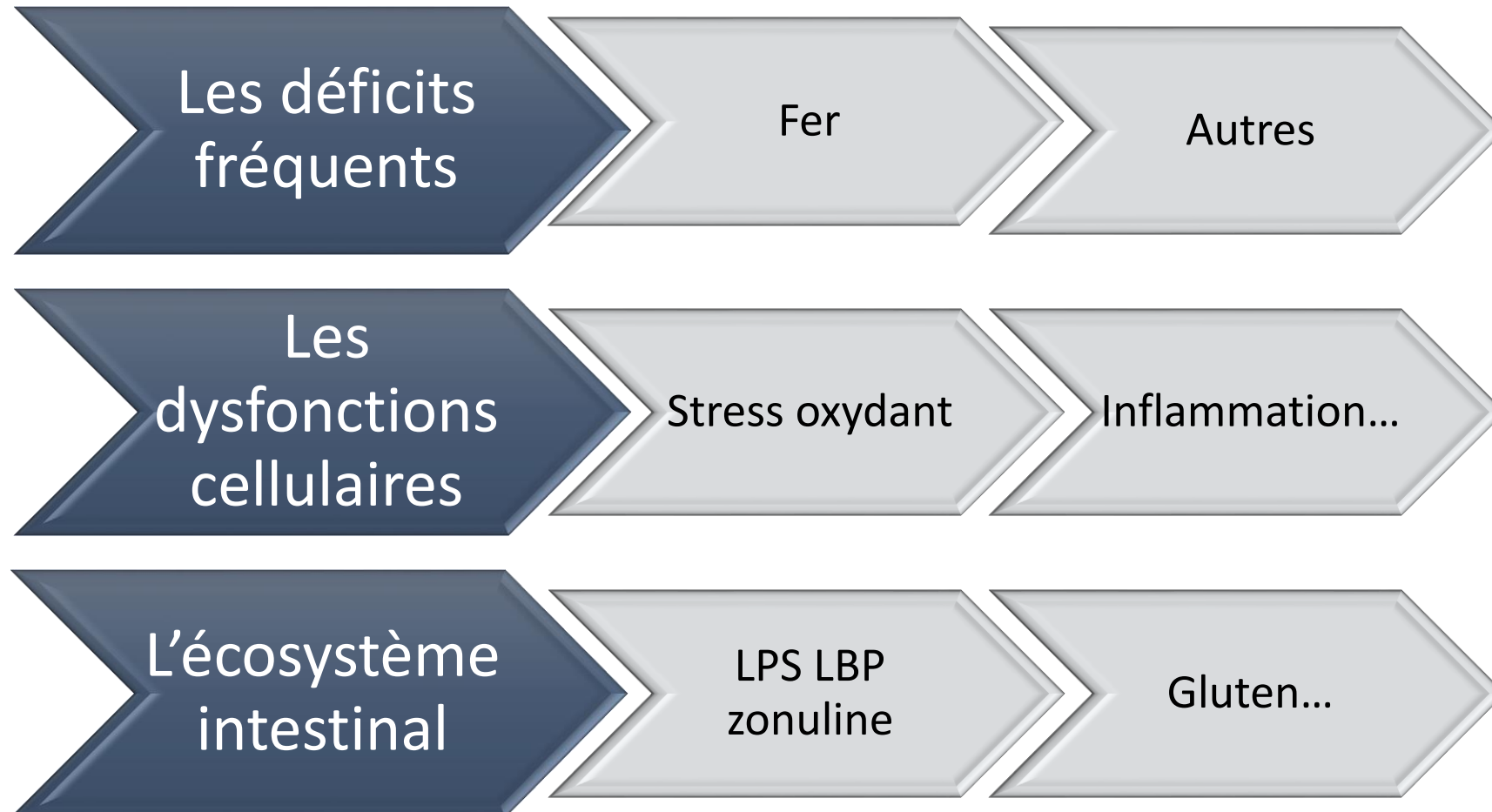
Oxydation et
inflammation chez
le sportif

Mitochondries ATP
et énergie

Le sport et les troubles
systémiques

L'intestin

2 L'évaluation biologique du sportif



Les déficits micronutritionnels

Le déficit en minéraux
essentiels

Fer

Magnésium

Sélénium

Le déficit en vitamines

vitamine D

Vitamine C

vitamine E

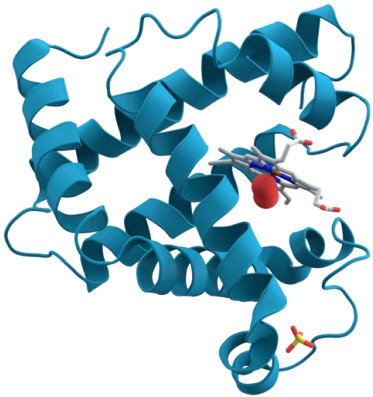
Évaluer le déficit en fer

❑ Dosage de la ferritine

❑ Les valeurs souhaitables

❑ Les dosages associés :

- Le coefficient de saturation
- Les protéines de l'inflammation
 - la ferritine varie-t-elle avec l'inflammation ?



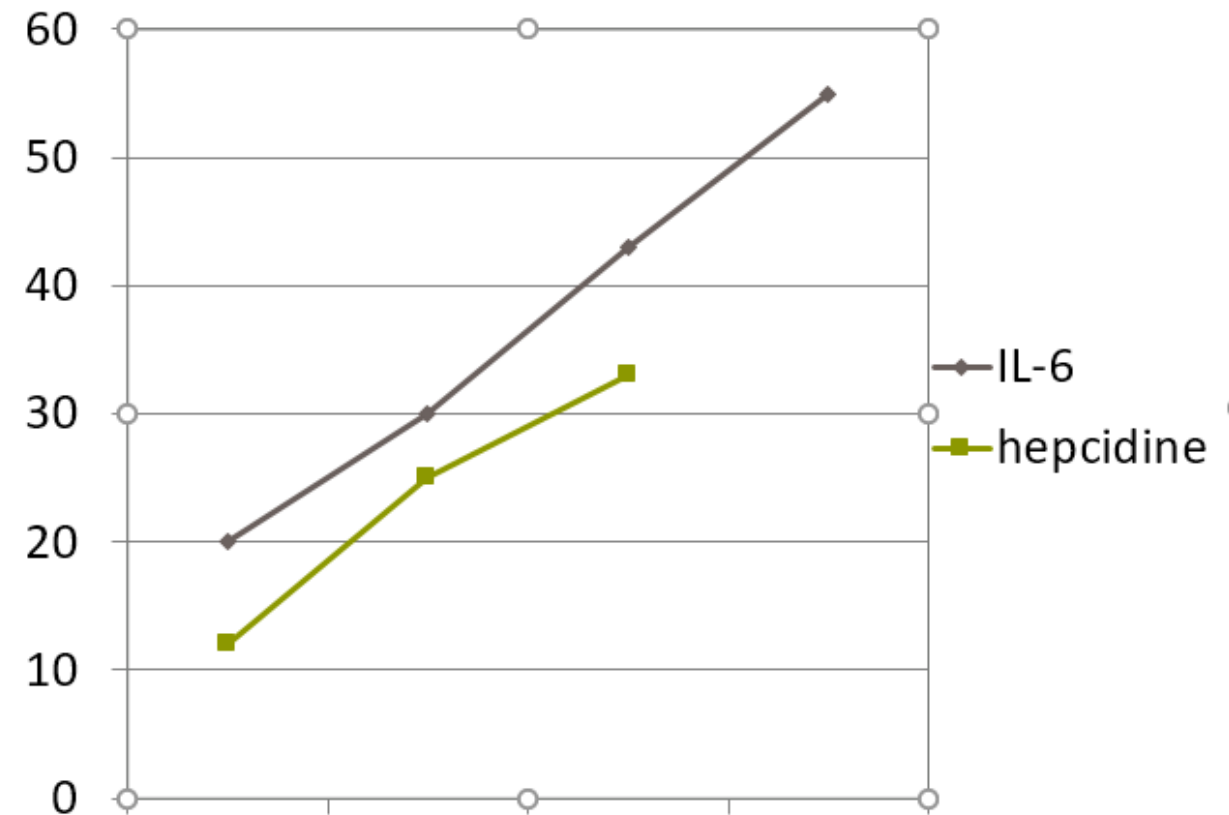
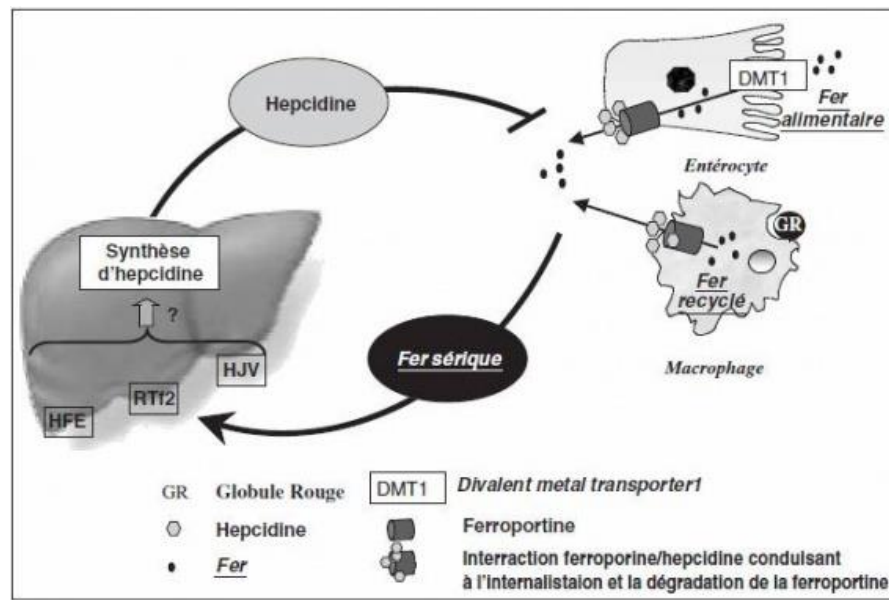
Iron and the athlete. Suedekum NA, Dimeff RJ. Curr Sports Med Rep. 2005 Aug;4(4):199-202.

Athletic induced iron deficiency: new insights into the role of inflammation, cytokines and hormones. Peeling P, Dawson B, Goodman C, Landers G, Trinder D. Eur J Appl Physiol. 2008 Jul;103(4):381-91.[

« L'autre origine » du déficit en fer

□ Dosage de l'hépcidine

- Lien avec l'apport glucidique à l'effort
- Inhibe l'absorption du fer



Évaluer le déficit en magnésium

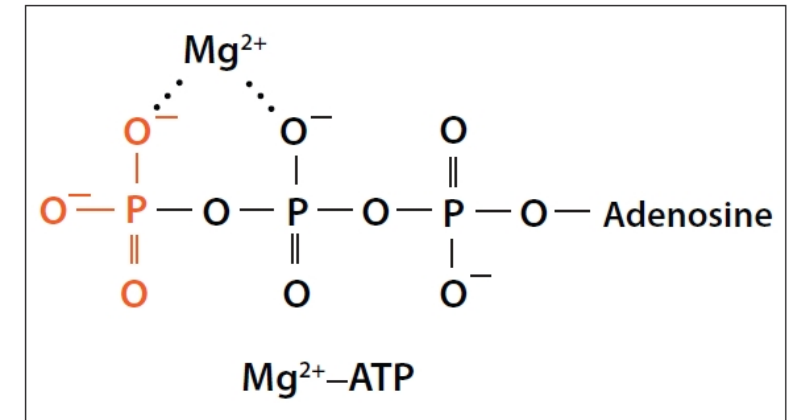
❑ Le magnésium, un déficit ubiquitaire

❑ En forte concentration dans les érythrocytes :

- 50 mg/L.

❑ Quand faut-il le doser ?

- Résistance à l'insuline
- Troubles anxieux du comportement
- Fatigue inhabituelle chez le sportif
 - Gêne respiratoire mitochondriale : ATP et magnésium



The effect of magnesium supplementation on lactate levels of sportsmen and sedanter. Cinar V, Nizamlioglu M, Mogulkoc R. Acta Physiol Hung. 2006 Jun;93(2-3):137-44.

Magnesium sulfate enhances exercise performance and manipulates dynamic changes in peripheral glucose utilization. Yang LL, Chen SH, Hsu MH, Chen IJ, Cheng FC. Eur J Appl Physiol. 2010 Jan;108(2):363-9. doi: 10.1007/s00421-009-1235-y. Epub 2009 Oct 9

La supplémentation en magnésium

- ❑ Améliore de nombreuses fonctions à l'effort en cas de déficit
 - ❑ Réduction de la production de lactate à l'effort
 - ❑ Amélioration de l'adaptation à l'effort chez la personne âgée
 - ❑ Meilleure tolérance à l'effort et sur la fonction ventriculaire



Évaluer le déficit en sélénium

☐ Le sélénium dont le statut est imprévisible

☐ Quand faut-il le doser ?

- Avant toute complémentation « au long cours »
- Afin d'optimiser une protection anti radicalaire
- Devant des troubles thyroïdiens frustes
- Devant une GPX abaissée



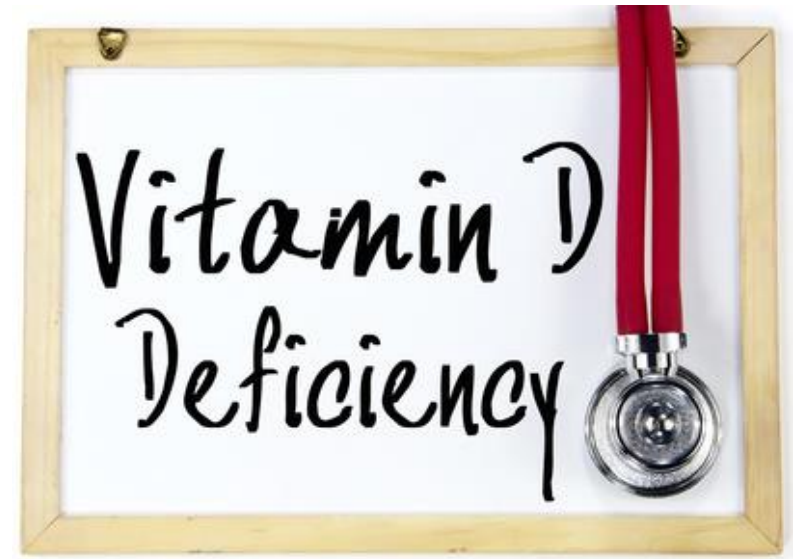
Évaluer le déficit en vitamine D

☐ Un déficit largement répandu

☐ Penser aux variations saisonnières

☐ Pourquoi doit-on évaluer la vitamine D ?

- Un marqueur musculaire
- Un marqueur immunitaire
- Marqueur de l'étanchéité intestinale



Vitamin D and muscle strength throughout the life course: a review of epidemiological and intervention studies .McCarthy EK, Kiely M
Effects of vitamin D in skeletal muscle: falls, strength, athletic performance and insulin sensitivity.
Girgis CM1, Clifton-Bligh RJ, Turner N, Lau SL, Gunton JE Clin Endocrinol (Oxf). 2014 Feb

Évaluer le déficit en vitamine C ?

☐ Un déficit assez spécifique du sportif modéré ou intense

- ☐ Des rôles complexes
- ☐ Des besoins rarement satisfaits
 - Seul déficit fréquent du sportif

☐ Une optimisation systématique ?

- ☐ Par voie alimentaire
- ☐ Par complémentation à dose physiologique

Review Article

Does Vitamin C and E Supplementation Impair the Favorable Adaptations of Regular Exercise?

Michalis G. Nikolaidis,¹ Chad M. Kerksick,² Manfred Lamprecht,³ and Steven R. McAnulty⁴

Évaluer le déficit en vitamine E ?

☐ Un déficit fréquent

- ☐ Manques d'apports

- ☐ Consommation élevée

☐ Quand demander un dosage ?

- ☐ Avant toute supplémentation « au long cours »

- Un surdosage n'est pas conseillé chez l'homme
- Afin de compléter un bilan du stress oxydant

Exercise-induced changes in blood levels of alpha-tocopherol. Hutler M, Woweries S, Leithauser R, Boning D, Beneke R. Eur J Appl Physiol 2001 Jul;85(1-2):151-6

(41) Vitamin E supplementation attenuates leakage of enzymes following 6 successive days of running training. Itoh H, Ohkuwa T, Yamazaki Y, Shimoda T, Wakayama A, Tamura S, Yamamoto T, Sato Y, Miyamura M. Int J Sports Med 2000 Jul;21(5):369-74

Évaluer d'autres déficits en vitamines ?

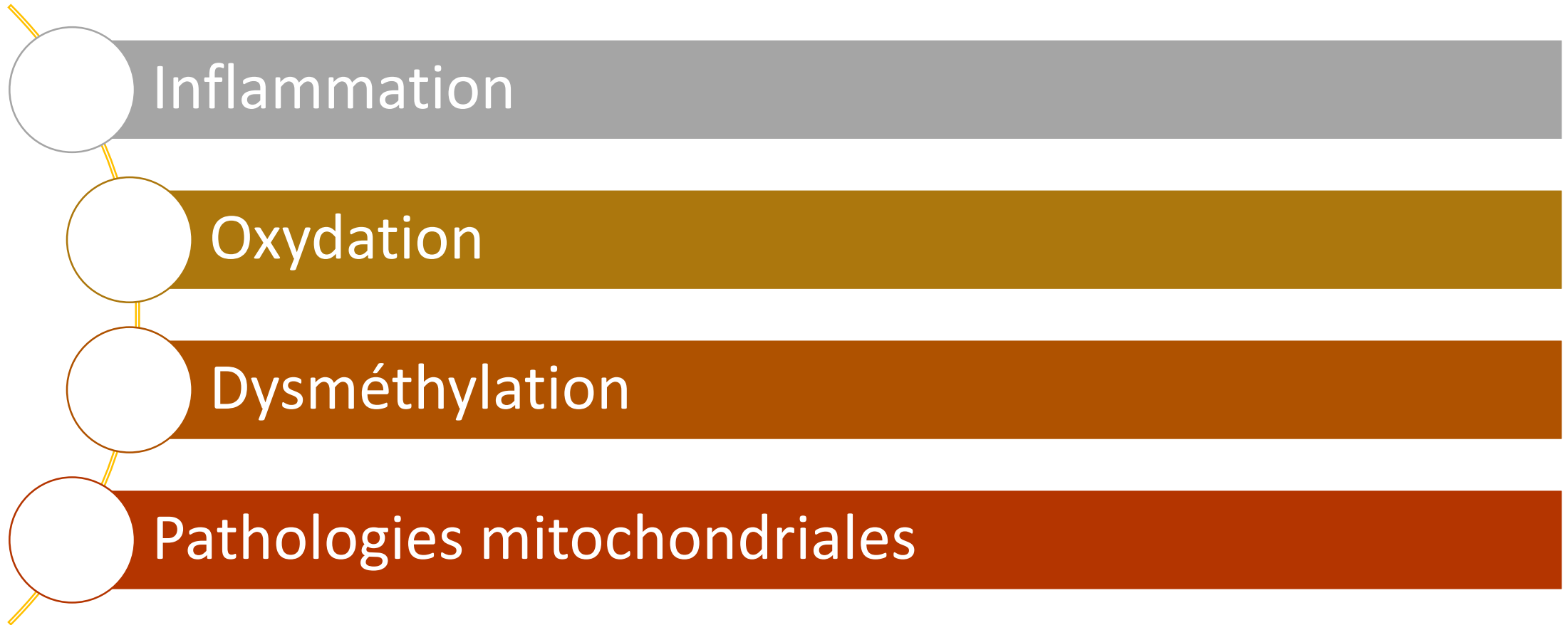
☐ Les vitamines du groupe B

- ☐ La vitamine B1 est systématique dans les boissons de l'effort
- ☐ les folates et la vitamine B12
 - folates : manque d'apports
 - Vitamine B12 : IPP ?

☐ Quand demander un dosage ?

- ☐ En complément d'une homocystéine élevée

La physiopathologie cellulaire



Le sportif et l'inflammation de bas grade

□ l'origine de l'inflammation

- L'hypoglycémie tissulaire lors de l'effort
- Les microtraumatismes
- Lipopolysaccharide d'origine intestinale LPS
- L'activation immunitaire infectieuse

□ les marqueurs de l'inflammation

- CRP us
- Il6
- AA/EPA

Donges, et al. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition Med Sci Sports Exerc., 42 (2) (2010), pp. 304–313

Inflammation et pratique sportive

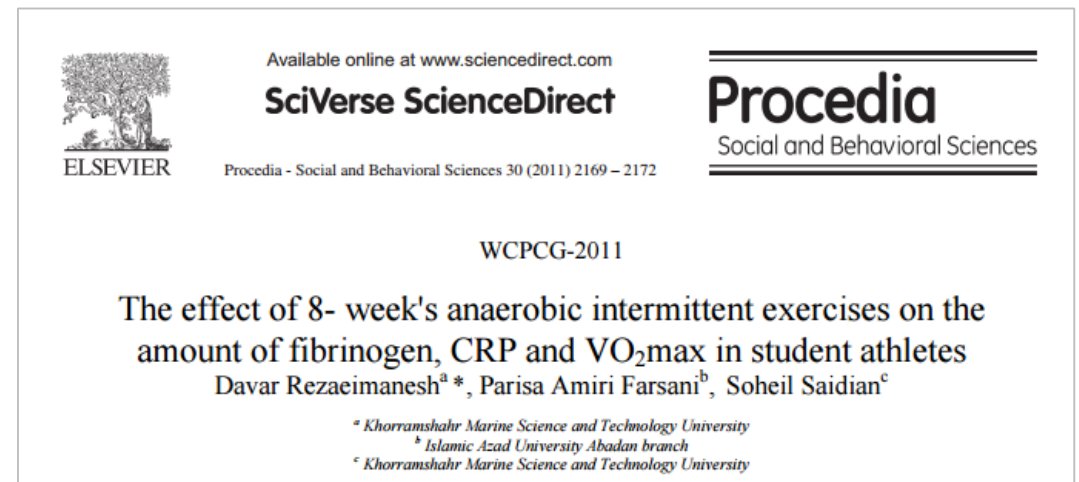
❑ Des réactions ambivalentes et personnelles

❑ Évolution possible vers l'amélioration

- Sous couvert d'une nutrition adaptée à l'effort
 - hydratation, apport de glucides

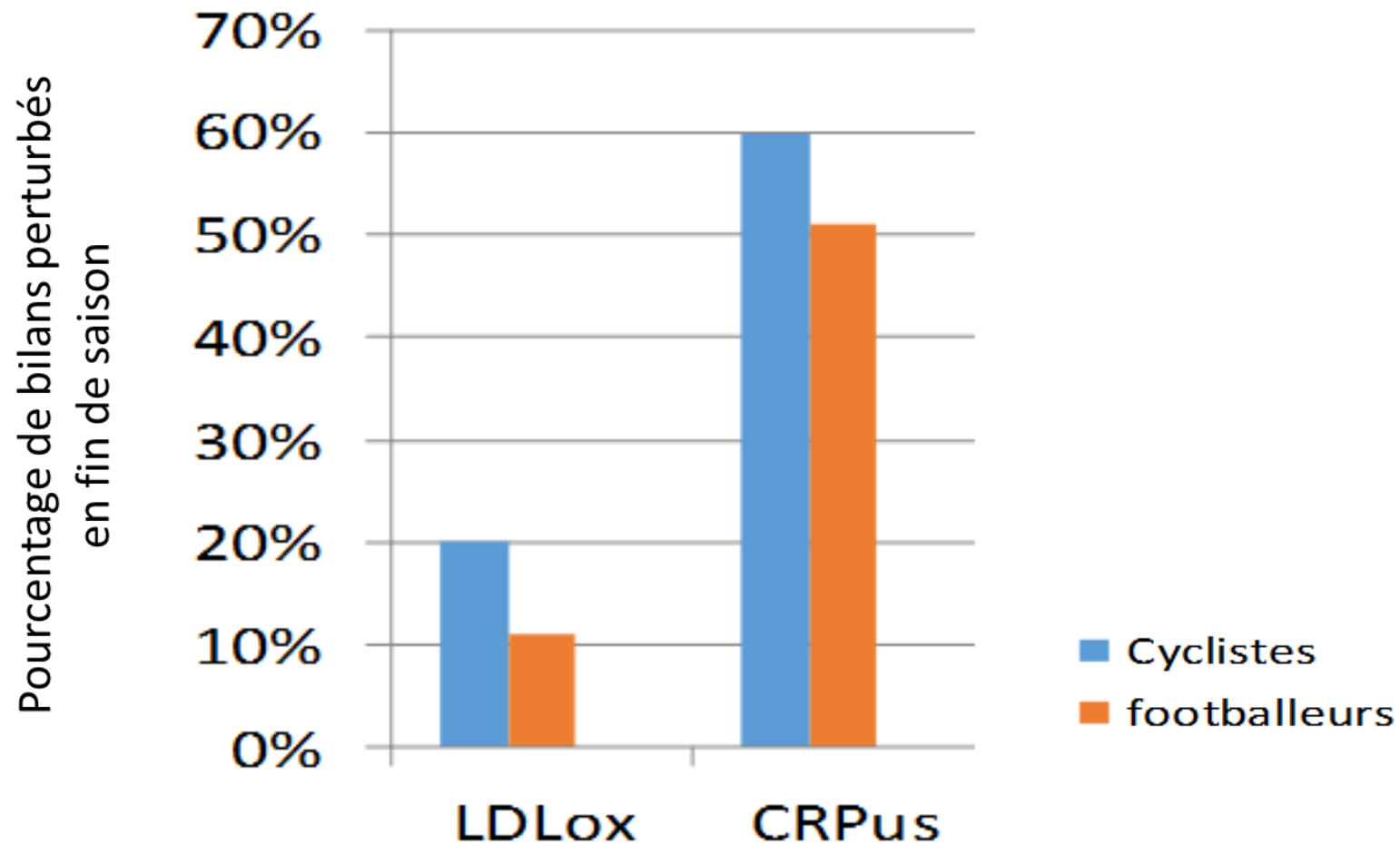
❑ Évolution vers le développement de la pathologie à bas bruit

- Stress oxydant



Inflammation et oxydation

Comorbidité biologique fréquente



Oxydation et stress oxydant

- Un « bruit de fond » oxydatif est indispensable et adaptatif
 - L'évaluation de cet équilibre est un temps important dans la médecine sportive
 - Vitamines antioxydantes et cofacteurs
 - Enzymes
 - Impact et molécules oxydées..

Review Article

Oxidants, Antioxidants, and the Beneficial Roles of Exercise-Induced Production of Reactive Species

Elisa Couto Gomes,¹ Albená Nunes Silva,² and Marta Rubino de Oliveira³

¹ Department of Biochemistry and Immunology, Institute of Biological Science, Federal University of Minas Gerais (UFMG),
31270-000 Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Pas de supplémentation « à l'aveugle »

- ❑ Une supplémentation systématique
- ❑ Ou une supplémentation supra physiologique
 - ❑ chez les sportifs non déficitaires peuvent être défavorables

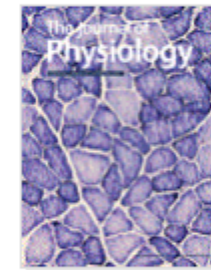
The Journal of Physiology

[Explore this journal >](#)

Research Paper

Vitamin C and E supplementation alters protein signalling after a strength training session, but not muscle growth during 10 weeks of training

G. Paulsen , H. Hamarstrand, K. T. Cumming, R. E. Johansen, J. J. Hulmi, E. Børsheim, H. Wiig, I. Garthe, T. Raastad



[View issue TOC](#)
Volume 592, Issue 24
15 December 2014
Pages 5391-5408

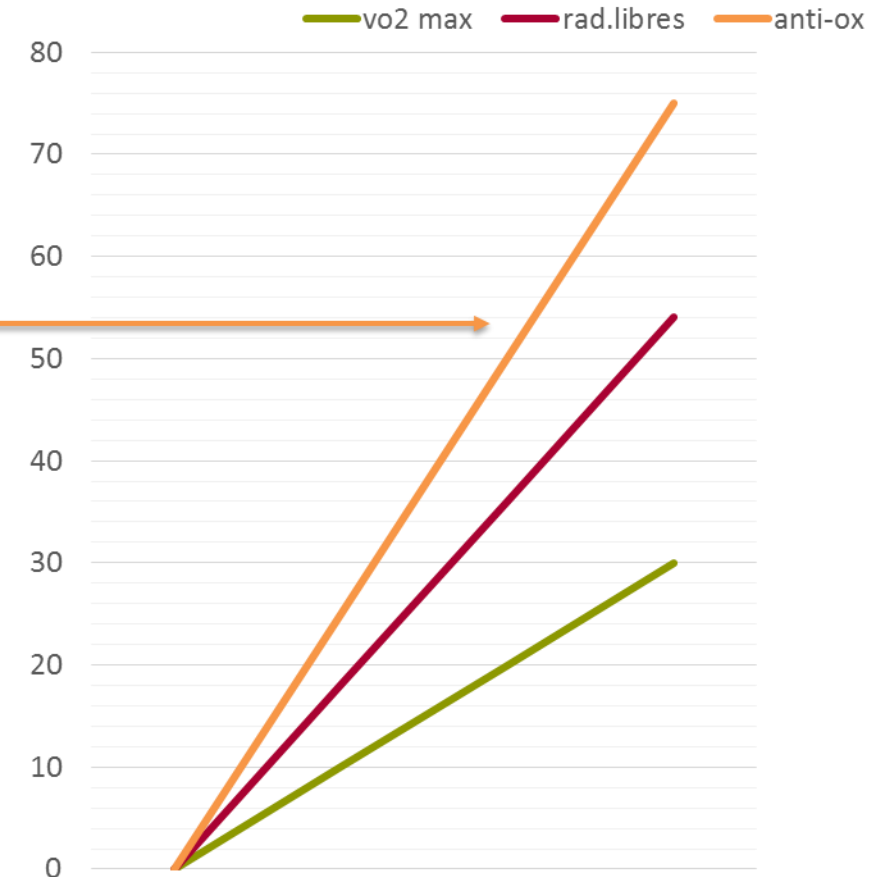
La physiopathologie

□ Le sportif et le stress oxydant

□ stress oxydant et adaptation

- Activation des enzymes endogène et hormésie

Les capacités antioxydantes augmentent plus que la production radicalaire



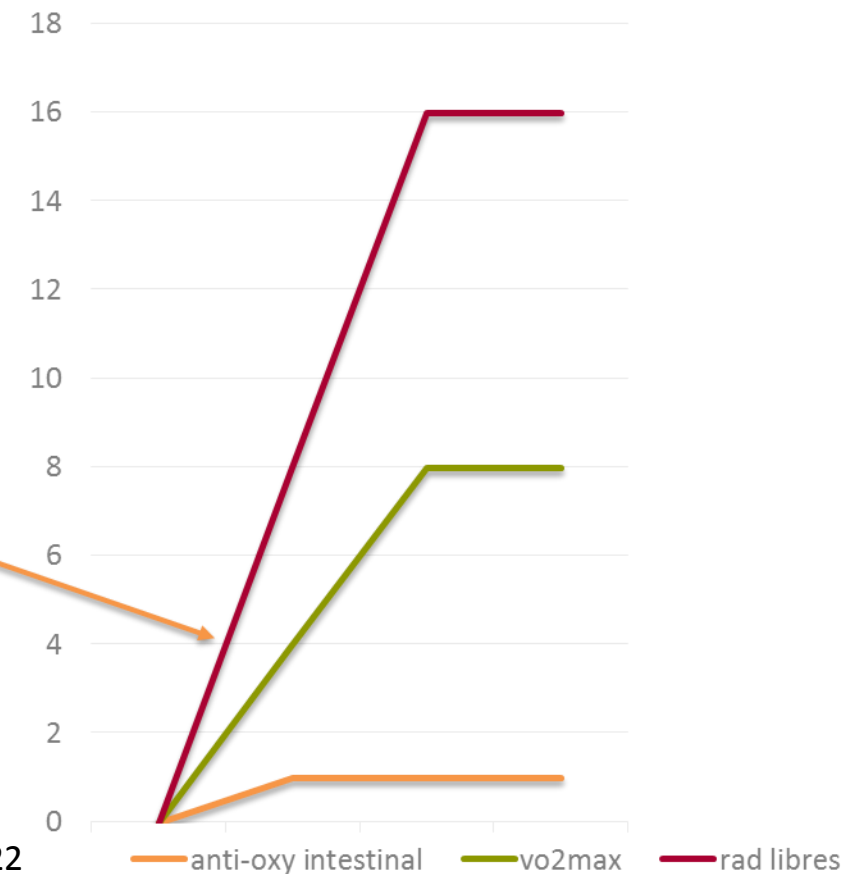
La physiopathologie

□ Le sportif et le stress oxydant

□ stress oxydant et désadaptation

- par excès de production
- par insuffisance d'antioxydants

Les capacités antioxydantes n'augmentent que très peu, bien en dessous de la production radicalaire



Oxidative stress in athletes during extreme endurance exercise. Free Radic Biol Med 2001 Oct 1;31(7):911-22

Mastaloudis A, Leonard SW, Traber MG.

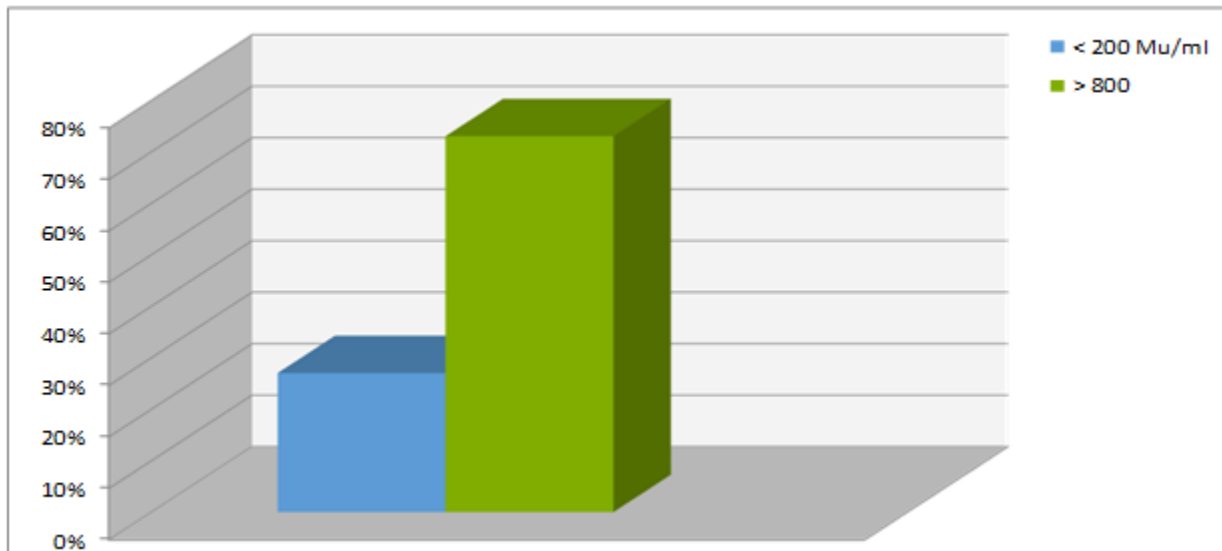
Oxidant, antioxidant and physical exercise. Banerjee AK, Mandal A, Chanda D, Chakraborti S. Mol Cell Biochem. 2003 Nov;253(1-2):307-12.

Mesure du LDL oxydé

❑ Excellent marqueur

❑ Taux variable chez les sportifs

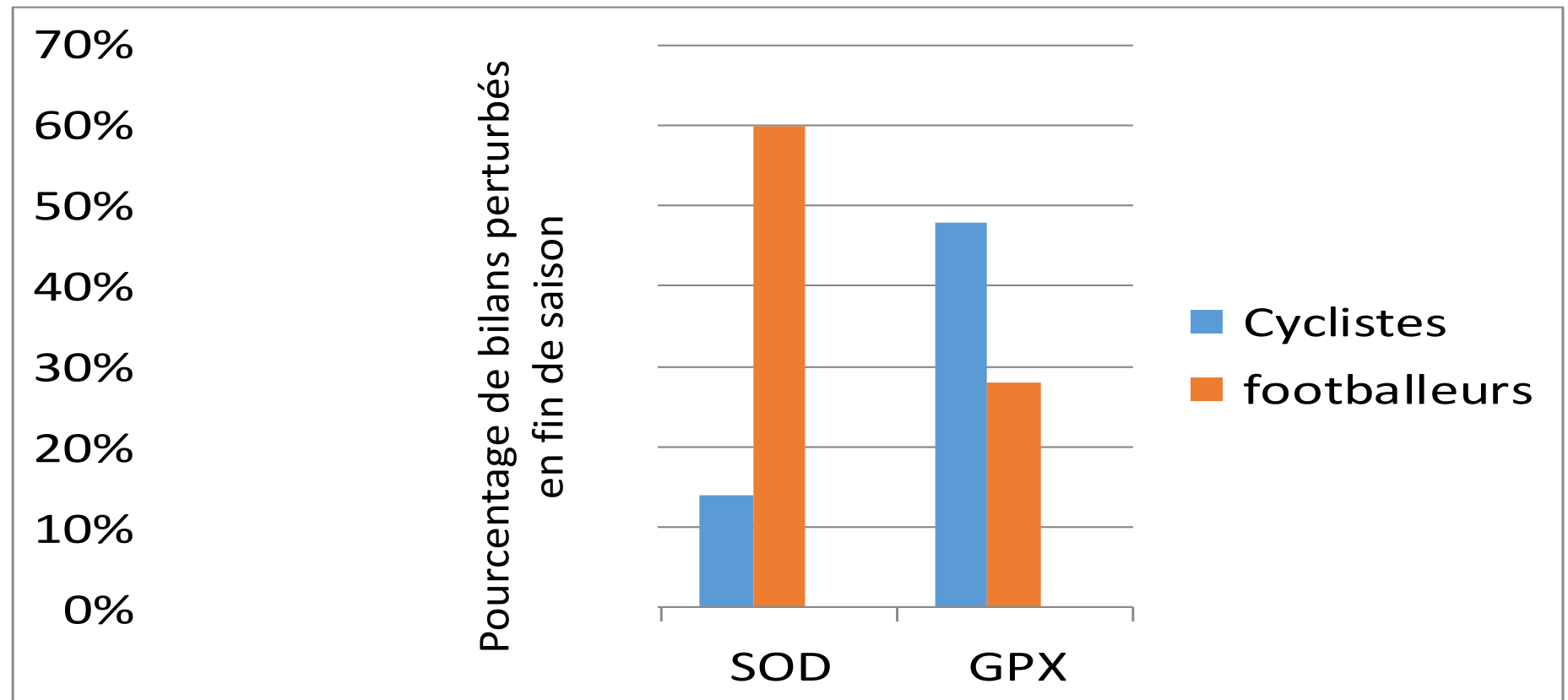
❑ Très spécifique d'un individu



Variations du taux d'anticorps anti LDL oxydé chez des sportifs selon Klapcinska et Al.

Mesure de la SOD et GPX

❑ Intérêt du rapport SOD /GPX



La physiopathologie

❑ Le sportif et les troubles de la méthylation

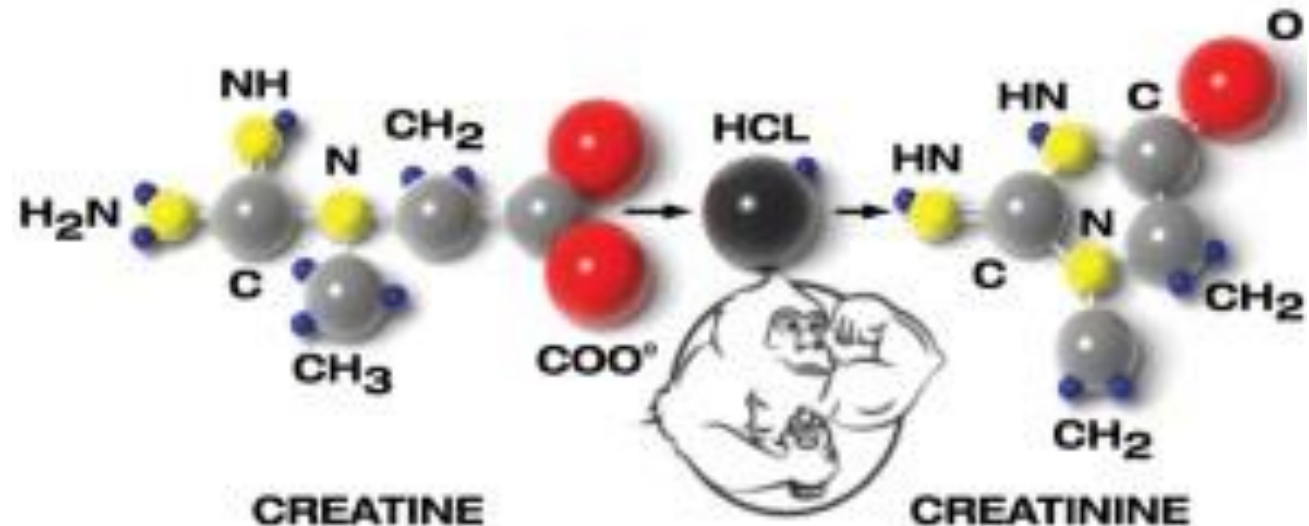
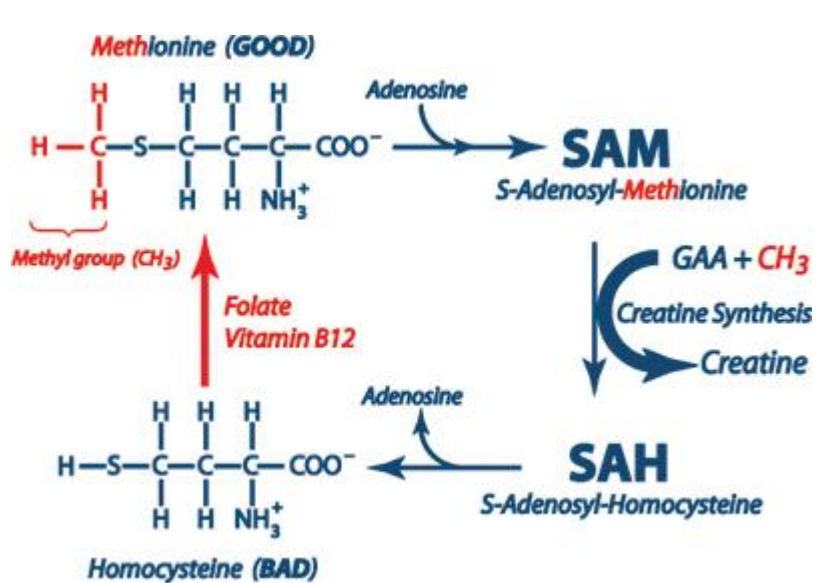
- ❑ Un défaut de méthylation (élévation de l'homocystéine) est associé à une augmentation des risques cardiovasculaires du sportif



Resistance training lowers exercise-induced oxidative stress and homocysteine levels in overweight and obese older adults. Vincent HK, Bourguignon C, Vincent KR. Obesity (Silver Spring). 2006 Nov;14(11):1921-30

Méthylation et énergie musculaire

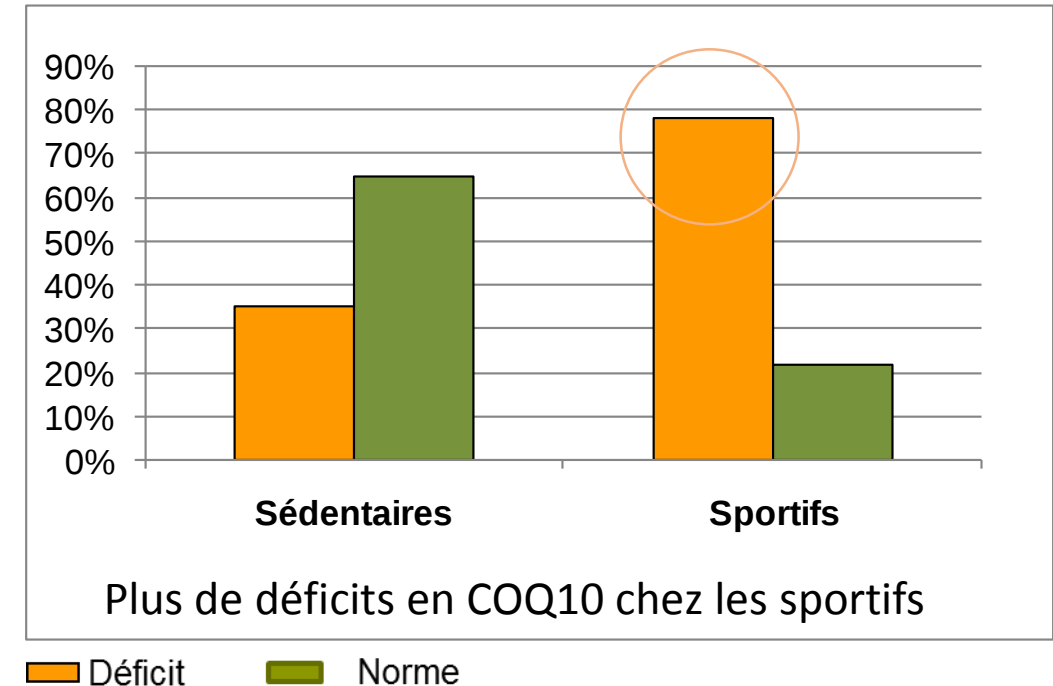
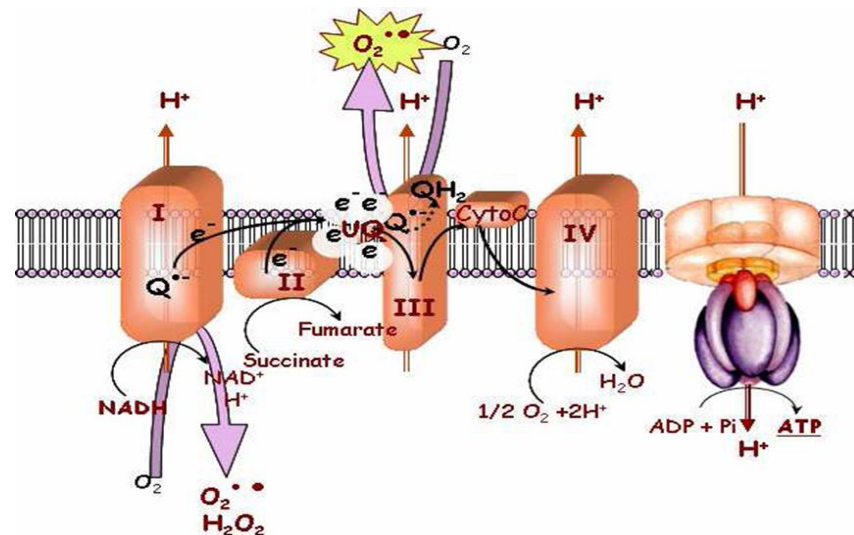
□ La méthylation intervient dans la synthèse de la créatine phosphate



les troubles de la fonction mitochondriale

❑ Baisse du rendement énergétique à l'effort

❑ Diminution du taux de coenzyme Q 10



Supplémentation en coenzyme Q 10

❑ Amélioration des paramètres à l'effort pour 90 mg/jour

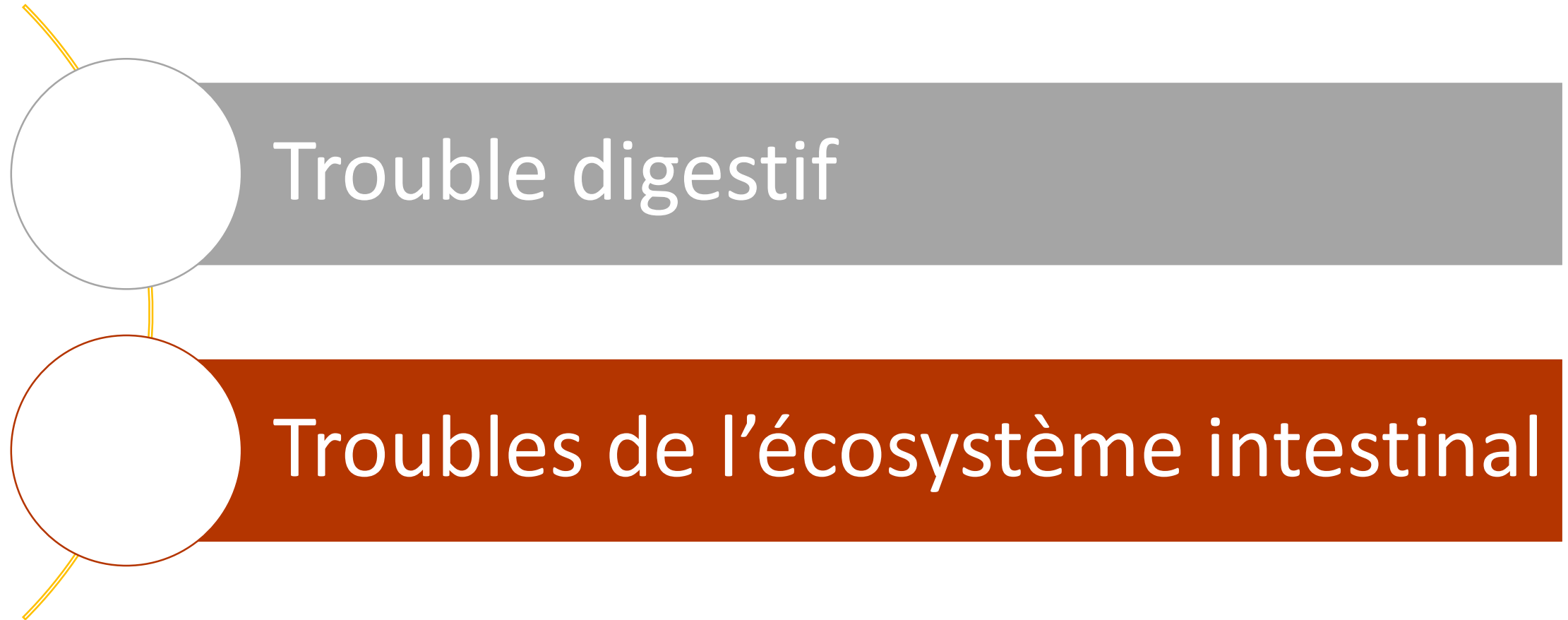


The effect of coenzyme Q10 on the exercise performance of cross-country skiers.

Mol Aspects Med 1997;18 Suppl:S283-90

Ylikoski T, Piirainen J, Hanninen O, Penttinen J

Les troubles systémiques le sportif



Les adaptations physiologiques

❑ L'adaptation de la perfusion sanguine à l'effort est variable d'un organe à l'autre

	Les muscles	Territoire splanchnique	la peau
Au repos	modérée	intense	modéré
À l'effort	X 20	réduit	modéré
Effort et chaleur	> 20	< 10%	Majoré X 5

Endotoxines ou LPS

□ Mécanismes

□ Excès de gram -

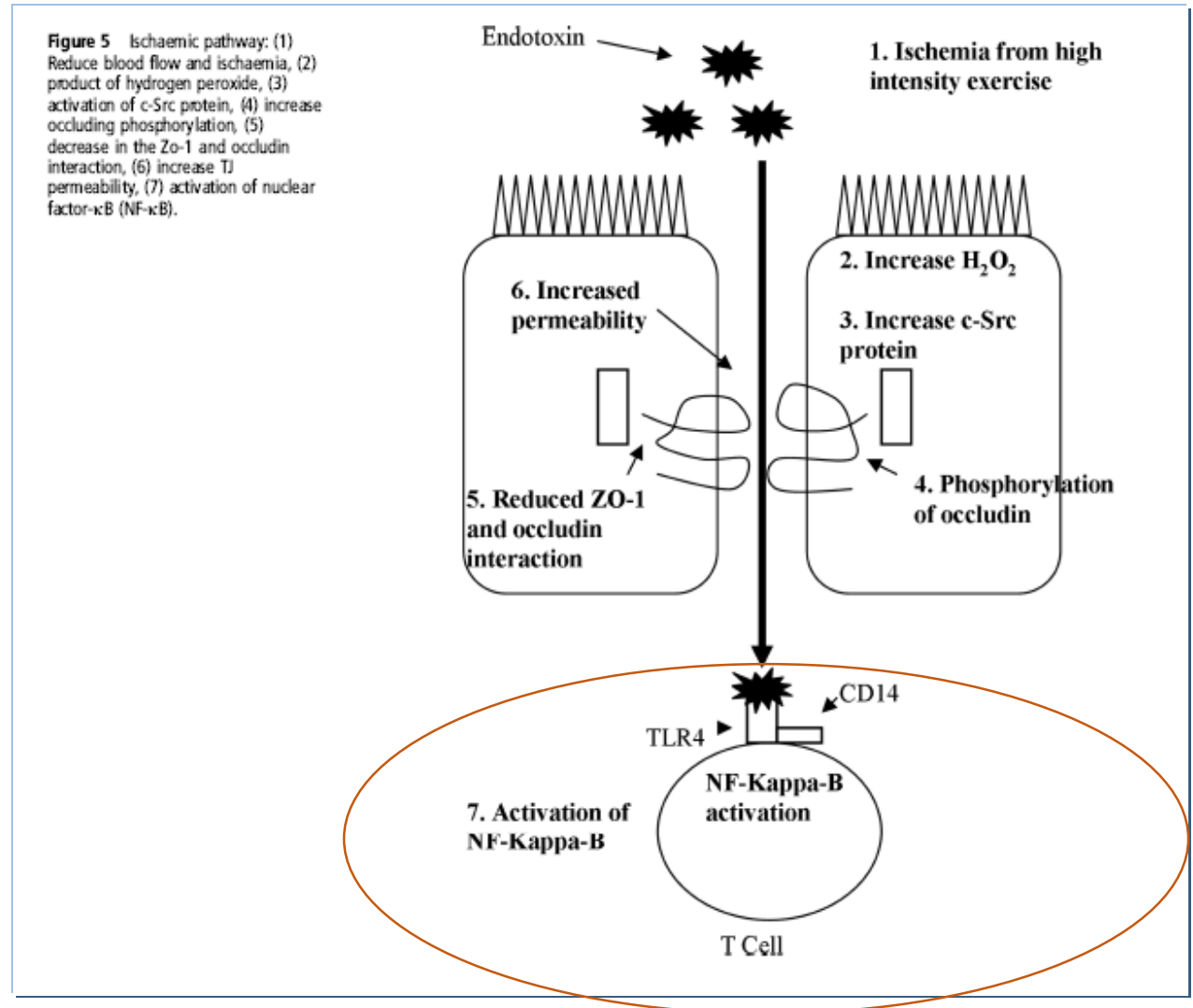
- Dysbiose

□ Excès de passage

- Leaky Gut

□ Excès de stimulation

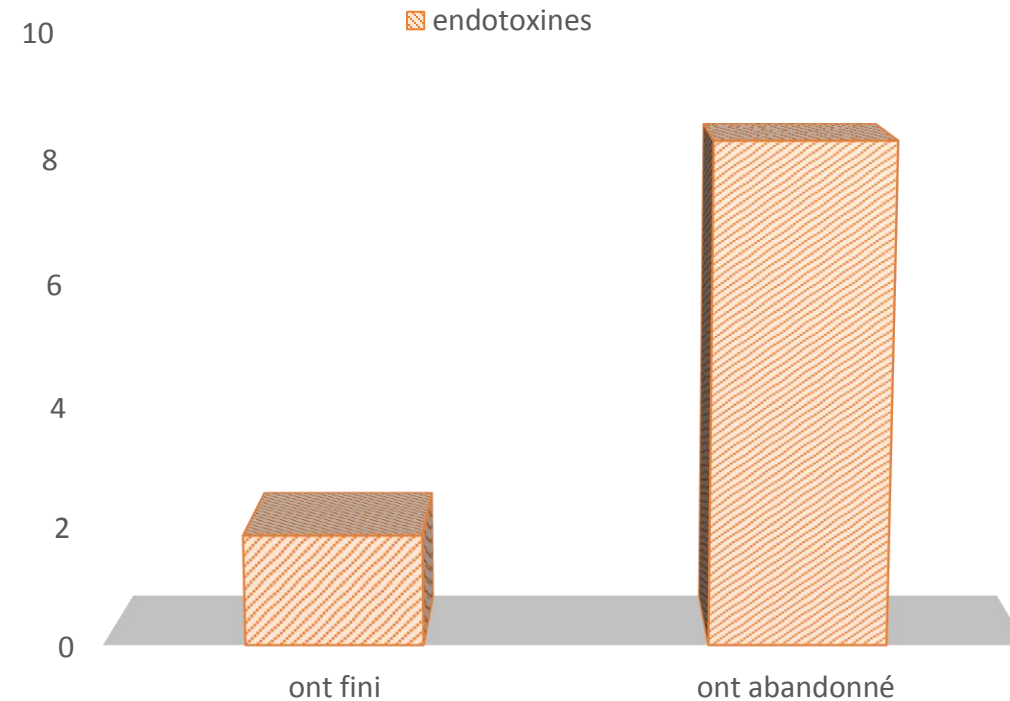
- Inflammation



Endotoxines et épuisement

❑ Corrélations entre le taux des endotoxines circulantes et les contre-performances

❑ Notion d'endotoxinose



La zonuline

- ❑ Corrélations entre le taux de zonuline et la perméabilité intestinale
 - ❑ Confirme le taux de LPS et LBP



Gastroentérologie clinique et hépatologie

Volume 10, Numéro 10 ,Octobre 2012, Pages 1096-1100



Les progrès de la science translationnelle

La perméabilité intestinale et sa régulation par la zonuline:
implications diagnostiques et thérapeutiques

Alessio Fasano  

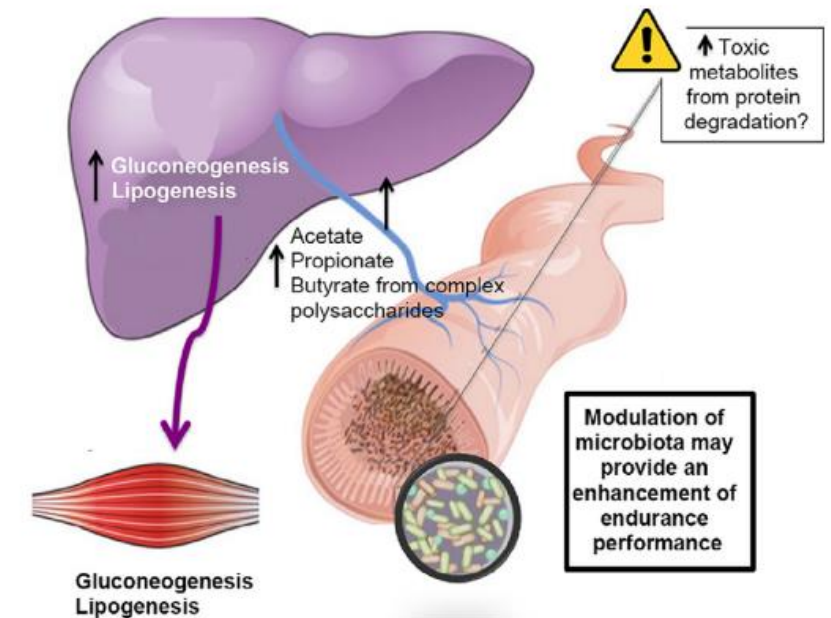
Le microbiote du sportif

□ Explorer le métabolome

□ Les AGCC

□ Les dérivés phénolés

185



L'apport de probiotiques

❑ La supplémentation en bactéries probiotiques permet de

❑ Restaurer la fonction barrière et éviter le syndrome de l'intestin hyper perméable chez le sportif

- *“This article refers to exercise-induced intestinal barrier dysfunction, provides suggestions to estimate increased gut barrier permeability in athletes, and discusses the potential of probiotic supplementation to counteract an exercise-induced leaky gut”*

[Med Sport Sci](#). 2012; 59: 47-56. doi: 10.1159 / 000342169. Epub 2012 15 octobre

Exercice, le dysfonctionnement de la barrière intestinale et la supplémentation en probiotiques.

[Lamprecht M](#)¹, [Frauwallner A](#).

Apport de glutamine

- ❑ Permet la restauration de la fonction barrière intestinale
- ❑ Amélioration de la fonction immunitaire



Effects of oral glutamine supplementation on exercise-induced gastrointestinal permeability and tight junction protein expression

Micah N. Zuhl, Kathryn R. Lanphere, Len Kravitz, Christine M. Mermier, Suzanne Schneider, Karol Dokladny, Pope L. Moseley

Journal of Applied Physiology Published 15 January 2014 **Vol.** 116 **no.** 2, 183-191 **DOI:** 10.1152/jappphysiol.00646.2013

2 Bilan du patient sportif régulier

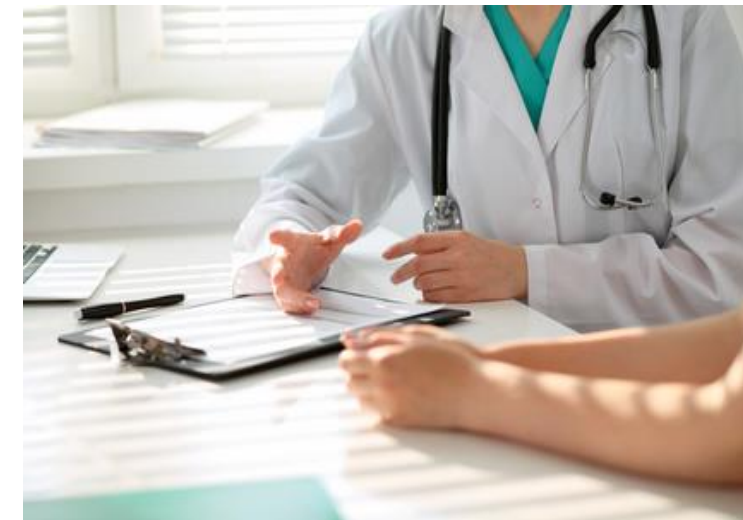
☐ Les indications :

- ☐ Bilan annuel d'un pratiquant sportif régulier
- ☐ Bilan d'un patient sportif « fragile » avec blessure ou fatigue
- ☐ Bilan en vue d'une préparation sportive plus intense
- ☐ Bilan d'amélioration de la performance
- ☐ Bilan d'optimisation de l'état de santé



Vous prescrivez

- ❑ Profil des **acides gras** érythrocytaires initial auquel vous ajouterez
- ❑ Bilan nutritionnel et micronutritionnel
 - **Ferritine**, fer et coefficient de saturation,
 - **Hépcidine**
 - *Magnésium globulaire*
 - **Sélénium plasmatique**
 - *Vitamine D*
 - **Vitamine E**



Vous prescrivez

- Bilan des troubles fonctionnels du sportif
 - **CRP us**
 - **Anticorps anti LDL oxydé**
 - **GPx et SOD, ratio GPx/SOD**
 - **Homo cystéine**
 - **Coenzyme Q 10 plasmatiques**

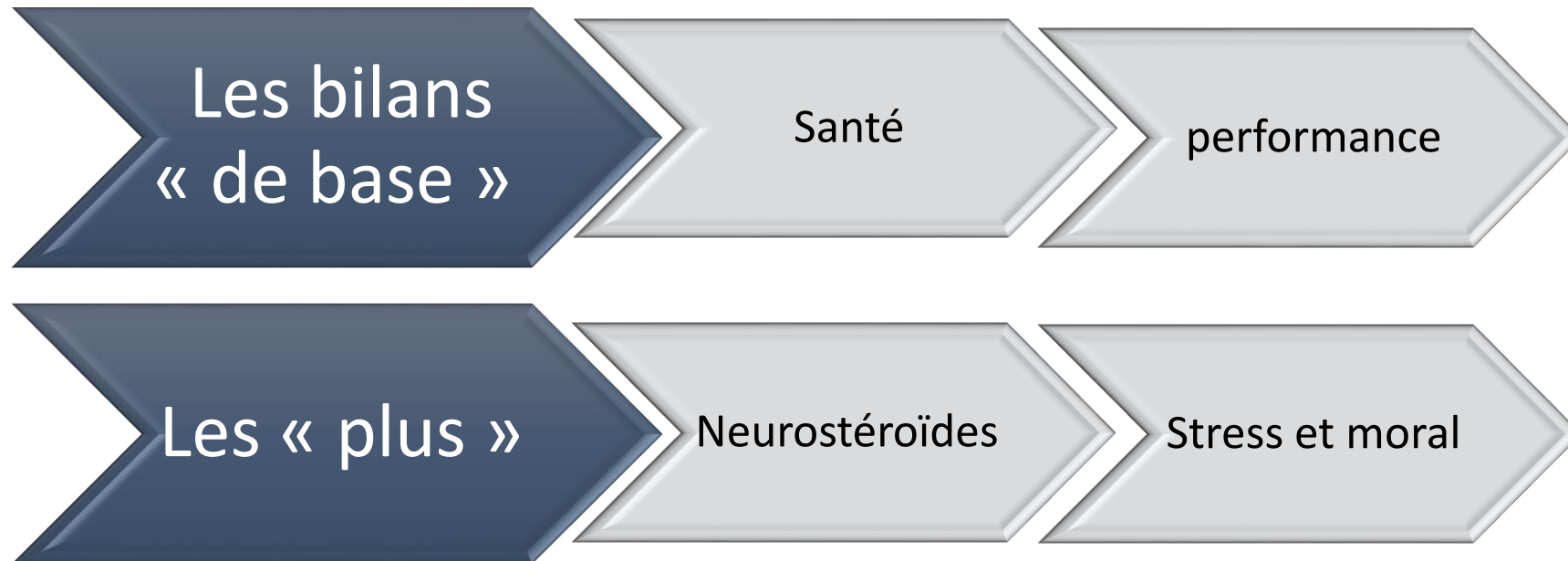


Résultats rendus et interprétation

- ☐ Statut micro nutritionnel et recherche de déficit
- ☐ CRP(us) > 1.0 mg/L : État inflammatoire de bas grade
- ☐ Anticorps anti LDL oxydés > 600 U/L: stress oxydant (peroxydation lipidique)
- ☐ Homocystéine > 8 μ mol/L : troubles de la méthylation (carence en B9 éryt.-B12-B6)

3 Le bilan biologique avancé du sportif « du haut niveau »

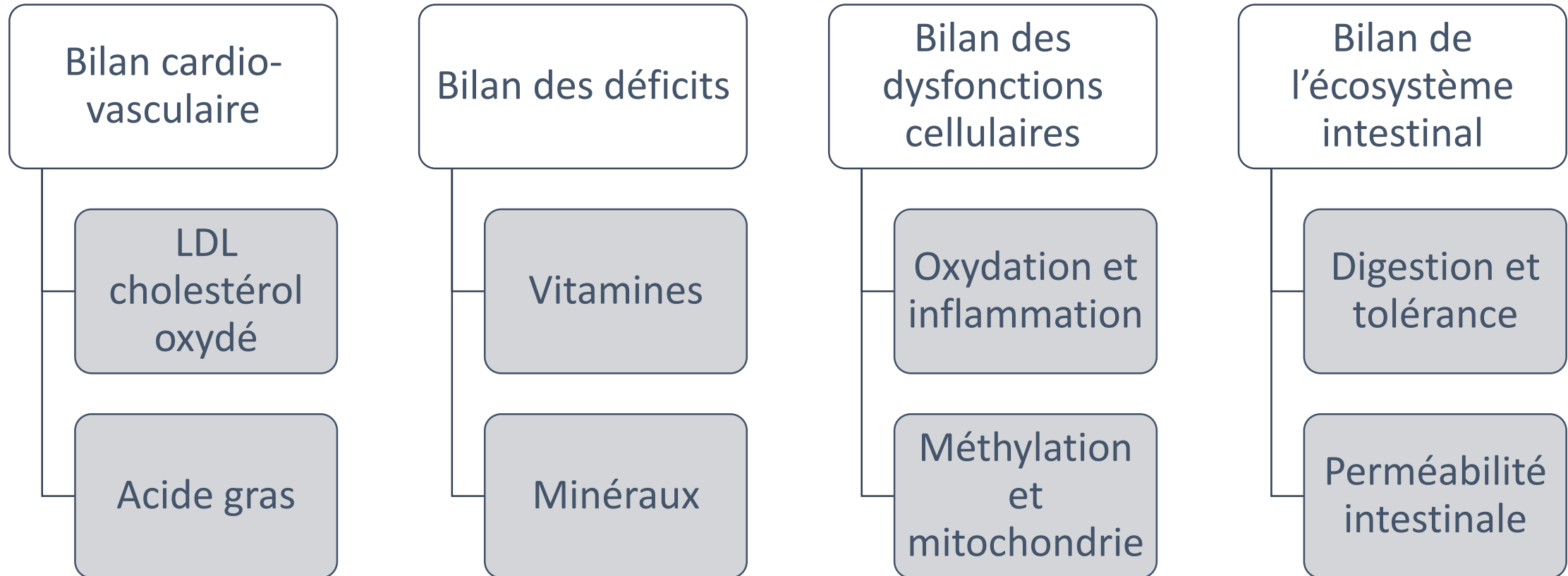
L'évaluation du sportif de haut niveau



Les enjeux

- ❑ Favoriser un État de bonne santé
 - ❑ Malgré les contraintes liées au sport intensif
 - ❑ Sans céder à la tentative du dopage
 - ❑ En intégrant la biologie fonctionnelle nutritionnelle
 - Bilan cardio-vasculaire
 - Bilan des déficits
 - Bilan des dysfonctions cellulaires
 - Bilan de l'écosystème intestinal
 - Bilan du profil des neuro-stéroïdes

Les bilans « classiques »

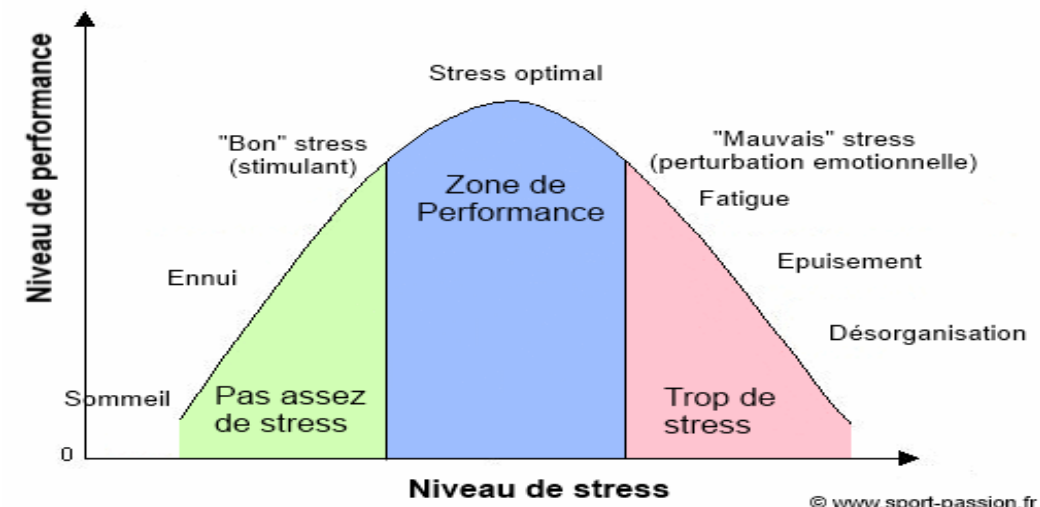


Les dysfonctions des neurostéroïdes

❑ Hyper réactivité de stress

❑ Réponse exagérée de l'axe cortisol

- cortisol salivaire matinal très élevé
- cortisol vespéral élevé
- Parfois cortisol/DHEA élevé (prélèvement salivaire vespéral)

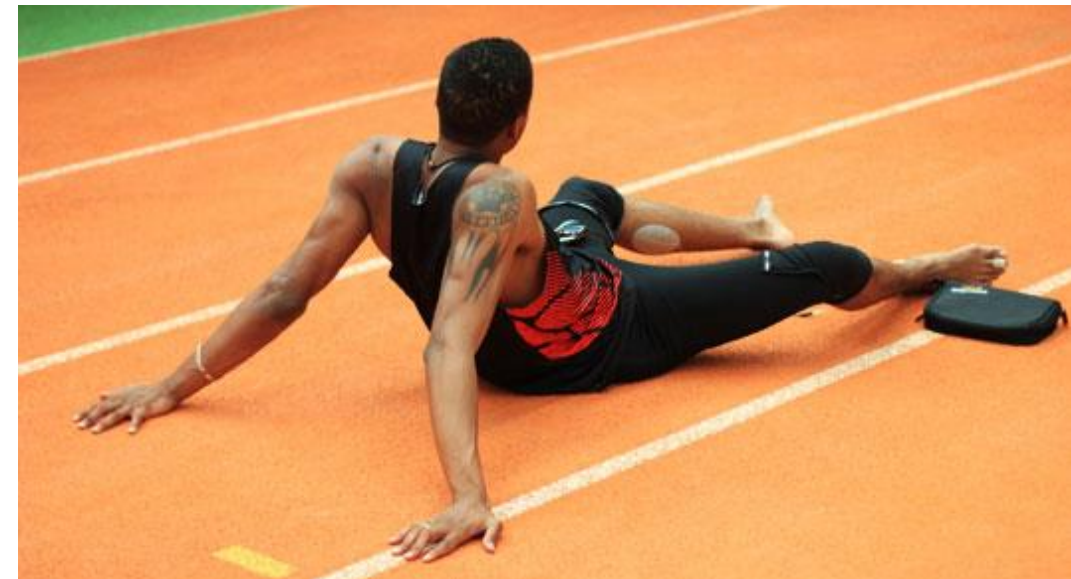


Les dysfonctions des neurotransmetteurs

❑ Syndrome de fatigue centrale et « épuisement »

❑ Élévation de la sérotonine cérébrale

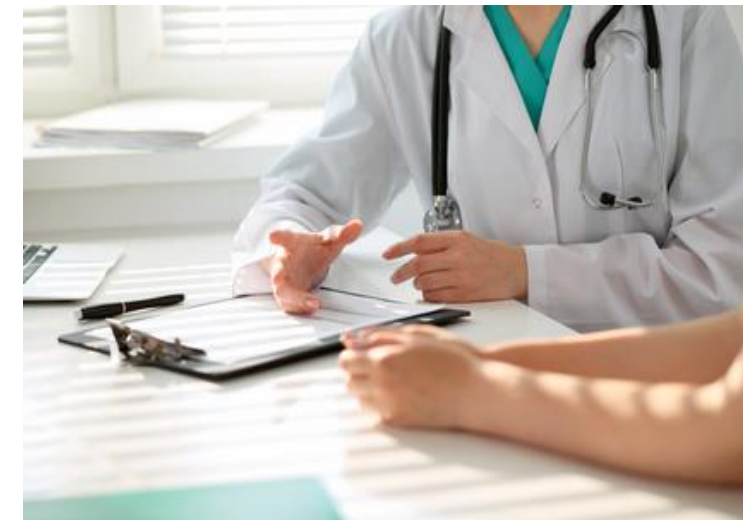
- Surconsommation des AAB lors de l'effort non compensé
- 5 HIAA urinaires élevés
- HVA urinaires abaissés
- Ratio 5HIA/HVA très augmenté



3 bilan d'un sportif « de haut niveau »

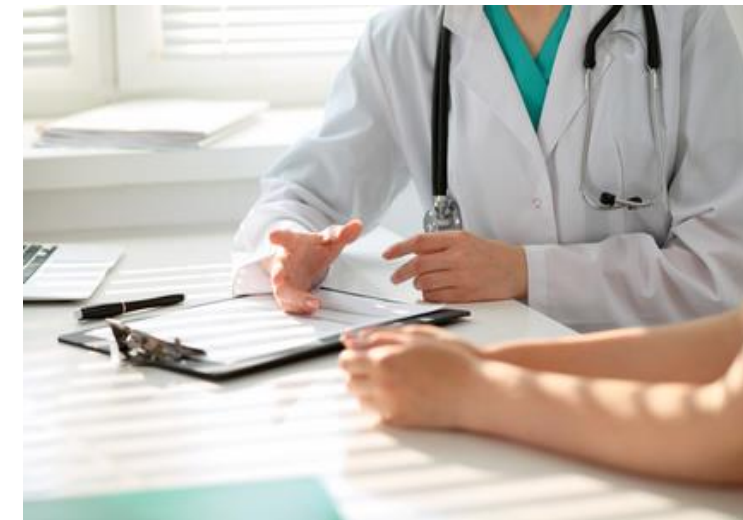
☐ Les indications :

- ☐ Optimisation de la performance en toute sécurité
- ☐ Alternative aux tentations de dopage
- ☐ Prévention du surentraînement
- ☐ Préparation optimale du mental du sportif



Vous prescrivez

- ☐ Bilan de base (1 & 2) auquel vous ajouterez
- ☐ Bilan des neuro stéroïdes
 - **CAR**
 - **Cortisol salivaire 8 heures et 20 heures**
 - **DHEA salivaire**
 - **Testostérone salivaire**
 - *Profil urinaire des neurotransmetteurs*
 - *Cycle de la mélatonine salivaire*



Résultats rendus et interprétation

- ☐ Évaluation du stade de stress et du niveau de stress
- ☐ Retentissement de la pratique sportive sur les neurotransmetteurs
- ☐ Repérage de désynchronisation



Vos outils...



BILAN SPORT

reprise d'une activité
physique et optimisation
des performances et de
l'endurance du sportif
grâce à la biologie
fonctionnelle

UNE APPROCHE INDIVIDUALISÉE POUR CHAQUE TYPE DE PATIENT QUI PERMET D'IDENTIFIER ...

										
Lipidique	Inflam-matoire	Méthylation	Stress oxydant	Micro-nutriments	Acides gras	Insulino-résistance	Endocrinien	Microbiote + IgG alim.	Génétique	Neurotrans-metteurs

... UN PATIENT SÉDENTAIRE POUR UNE REMISE EN MOUVEMENT

Chol.tot./HDL/ LDL Chol.tot./TG ApoA/ApoB Log TG/HDL-C	-	-	Anticorps anti-LDL oxydés	-	SAG érythrocytaires	HOMA/ QuickI Glycémie Insuline	-	-	-	-
---	---	---	---------------------------	---	---------------------	--------------------------------------	---	---	---	---

... LES PARAMÈTRES NUTRITIONNELS FAVORISANTS UN ÉTAT DE BONNE SANTÉ, TOUT EN PRATIQUANT RÉGULIÈREMENT SON SPORT

-	-	-	-	Ferritine coeff. Satur. hepcidine Mg éryth. / Se Vitamines D, E	SAG érythrocytaires	-	-	-	-	-
---	---	---	---	---	---------------------	---	---	---	---	---

... LES POINTS FAIBLES ET LES ERREURS SOUVENT ASSOCIÉES À LA PRATIQUE DU SPORT TROP INTENSE

-	CRP (us)	Homocystéine Vita B12 active Vita B9 éryth.	Anticorps anti-LDL oxydés GPX / SOD Coenz. Q10	-	-	-	-	-	-	-
---	----------	---	--	---	---	---	---	---	---	---

... LES PARAMÈTRES DE FRAGILITÉ CHEZ LES SPORTIFS DE HAUT NIVEAU POUR UNE OPTIMISATION DES PERFORMANCES

-	-	-	-	-	-	-	Testo saliv. Cort 08 - 20h DHEA saliv.20h	-	-	HVA, MHPG, SHIAA
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------------------

... LES PRINCIPAUX FACTEURS DE RISQUE DE TROUBLES DIGESTIFS SPÉCIFIQUES DU SPORTIF

-	-	-	-	-	-	-	-	LBP Zonulina Panel 10 IgG IgG candida	Séro.coallaque Profil intolérance (gluten, lactose, fructose)	-
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	---

Mon patient est **sédentaire** mais **souhaite se remettre en mouvement et pratiquer une activité physique.**

Mon patient pratique une **activité sportive** et souhaite une **prise en charge nutritionnelle** pour une **optimisation de sa pratique sportive** dans une **optique de santé**

Mon patient **pratique une activité sportive régulière voire intense**, mais se **plaint de fatigue et/ou de blessures fréquentes**

Mon patient est un **sportif de haut niveau**, et souhaite **optimiser sa performance et préparer les épreuves et compétitions**

Mon patient **sportif** a des **troubles digestifs fréquents**, une **mauvaise tolérance aux aliments**

Merci

