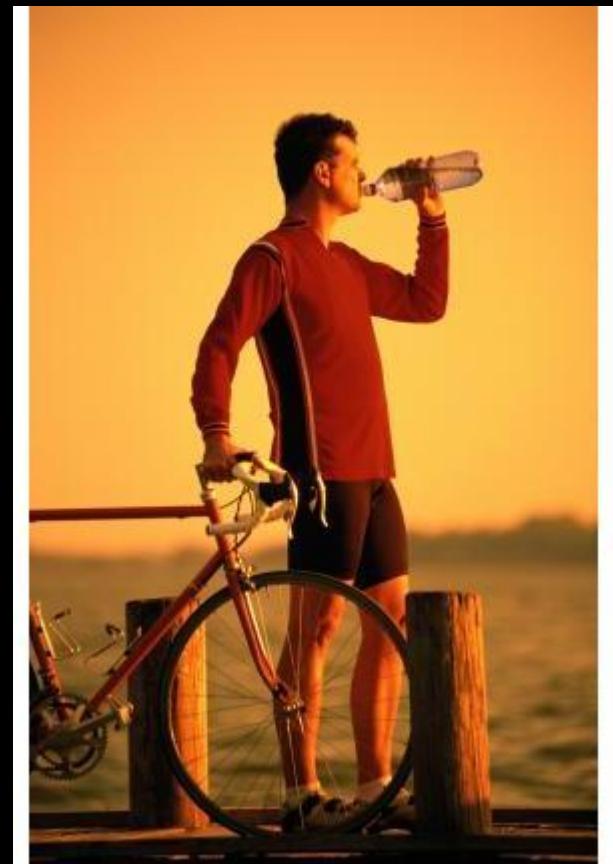


Modificações Imunitárias Agudas à Atividade de Alta Intensidade

Prof. MS Alberto Barreto Kruschewsky

2014



OBJETIVOS

Proporcionar conhecimento dos conceitos que norteiam a atividade física e as modificações agudas e crônicas que a prática desta atividade promovem.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Conceito de atividade física, exercício físico e esporte;
- Metabolismo e transição repouso exercício;
- Ajustes imunitários à atividade de alta intensidade;
- Papel da nutrição;

ATIVIDADE FÍSICA

- Todo movimento corporal, produzido pela musculatura esquelética, que resulta em gasto energético superior aos níveis de repouso.
Caspersen et al. (1985)



EXERCÍCIO

SubCategoria da atividade física caracterizada por planejamento, estruturação e repetição, resultando em melhoria de um ou mais componentes da aptidão física.

Caspersen et al. (1985)



EXERCÍCIO X ESPORTE



RISCO DO ESPORTE

Atletismo: Maratona de Nova Iorque registra segunda morte
(Publicado em 04.11.2008, às 21h04)

... O diário informou que outras duas pessoas sofreram ataques cardíacos no percurso da maratona, mas foram socorridas... e sobreviveram.



“O exercício físico vigoroso eleva aguda e transitoriamente o risco de morte súbita. Entretanto, este só provoca eventos cardiovasculares nos indivíduos com doença cardíaca preexistente”.

ACSM (2007)



CONDIÇÃO DE ALTA EXIGÊNCIA



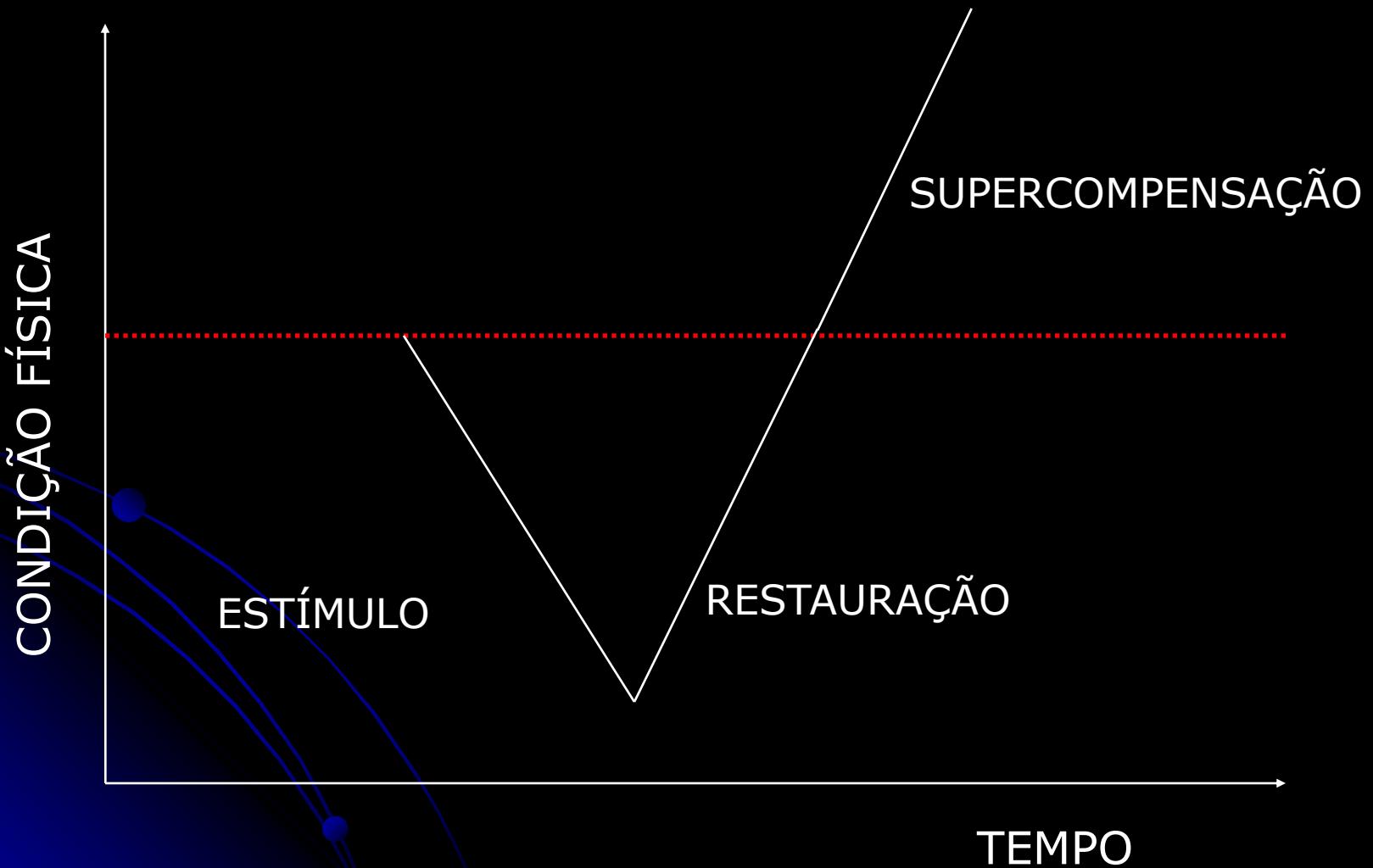
MODIFICAÇÕES

- Neurais;
 - Hormonais;
 - Metabólicas;
 - Cardiovasculares;
 - Respiratórias;
 - Imunes.
-
- Ajustes x adaptações



BARRETO e NEGRÃO (2009)

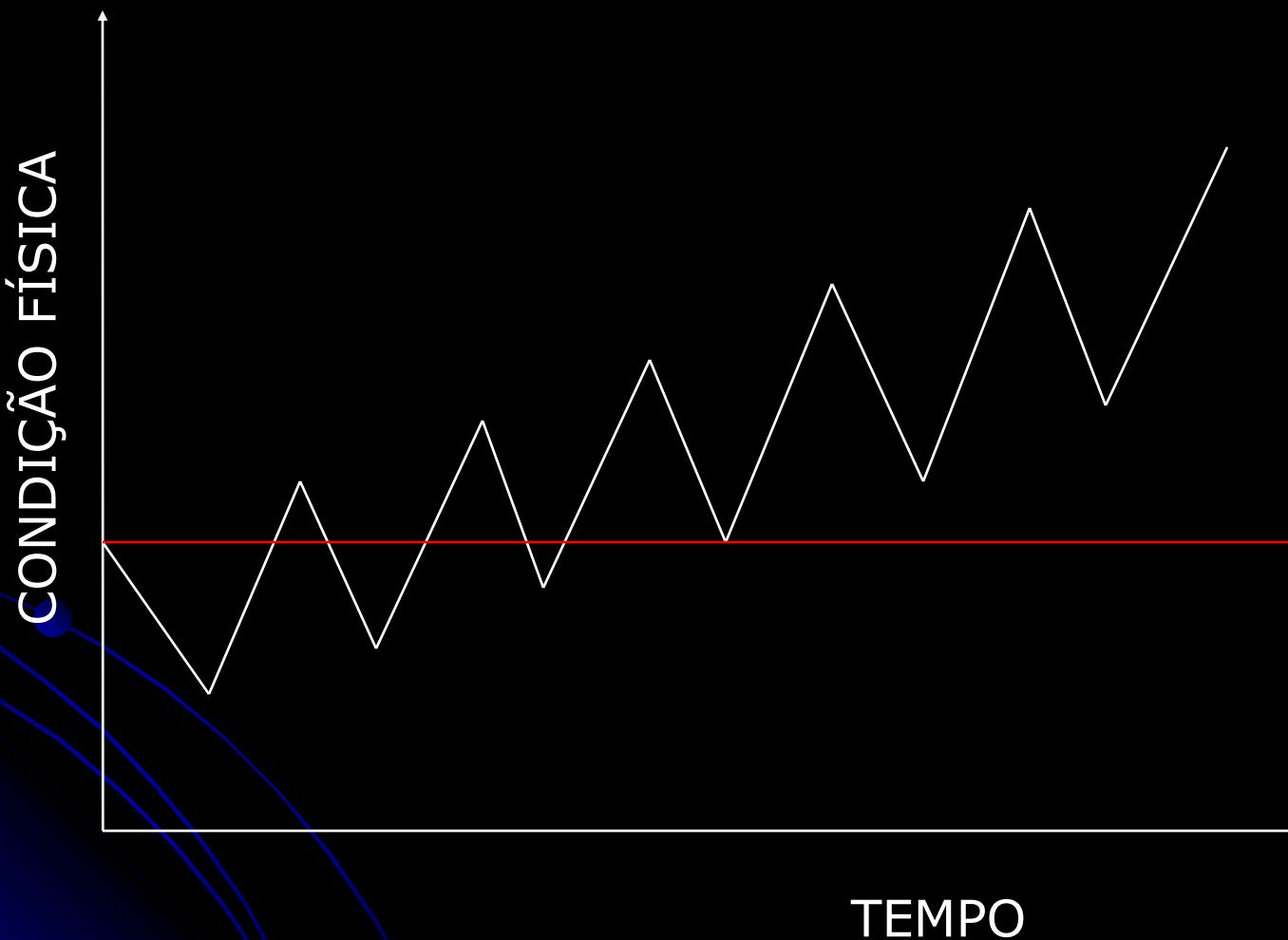
BASE ESTRUTURAL (CICLO E-R-S)



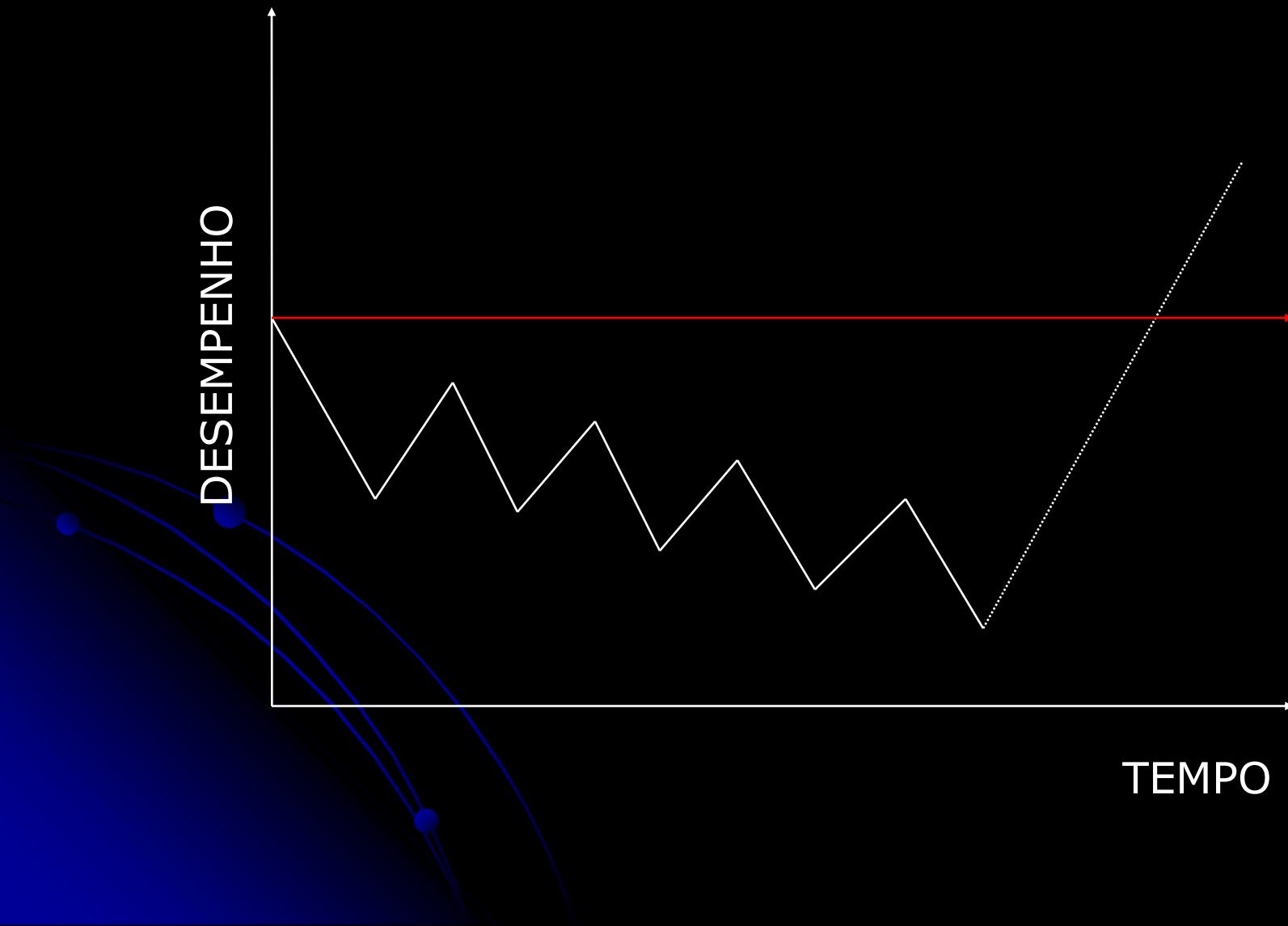
COMPONENTES ESSENCIAS DO CICLO ESTÍMULO - RECUPERAÇÃO



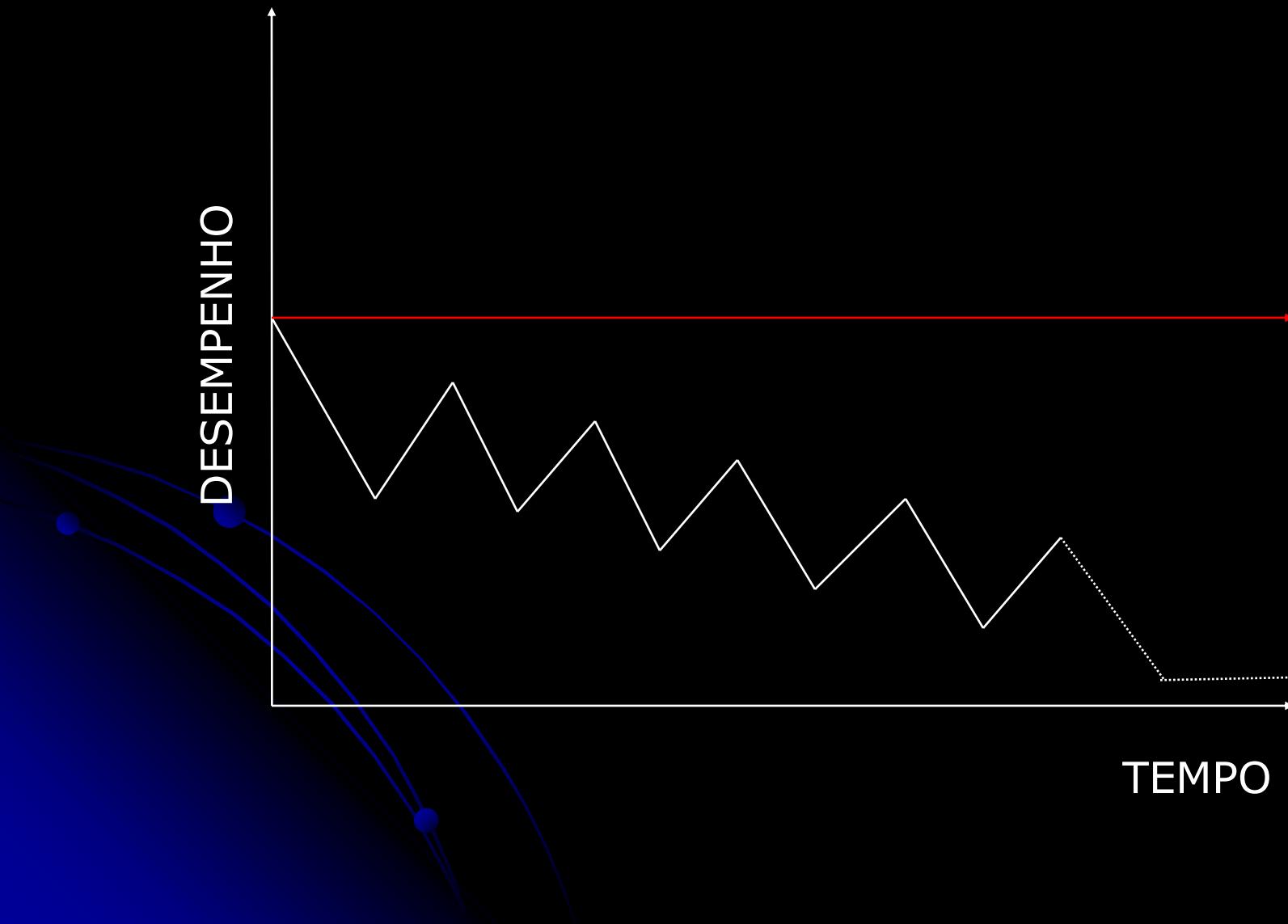
CICLOS E-R-S SUCESSIVOS



SOBRETREINAMENTO DE CURTA DURAÇÃO



SÍNDROME DO SOBRETREINAMENTO (SST)



EXERCÍCIO FAZ BEM?

Haskell et al. (ACSM, AHA, 2007)

Falta regular de atividade física



Doenças cardiovasculares, infarto por embolia, pressão alta, diabete do tipo II, osteoporose, obesidade, câncer de colo de útero, câncer de mama, ansiedade e depressão.

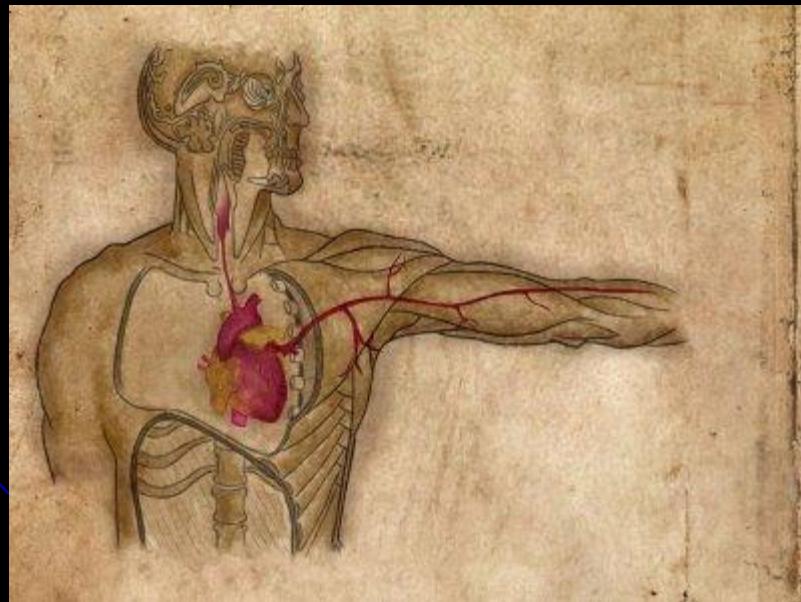
OS BENEFÍCIOS...

- Melhora da função cardiovascular e respiratória;
- Prevenção da incidência de eventos cardíacos e redução de AVC;
- Redução da incidência de hipertensão, diabetes melitus do tipo 2, cânceres de cólon e mama, fraturas osteoporóticas, doença vesicular, obesidade, depressão e ansiedade;
- Morbidez e mortalidade reduzidas;
- Incremento da resposta imunológica???????

OBJETIVO: QUEBRA DA HOMEOSTASE

Homeostase: CONDIÇÃO DE EQUILÍBRIO DINÂMICO

“Manutenção de parâmetros fisiológicos dentro de limites que possibilitem o perfeito funcionamento celular”



NA FASE AGUDA DO EXERCÍCIO...

Respostas cardiovasculares ao exercício.



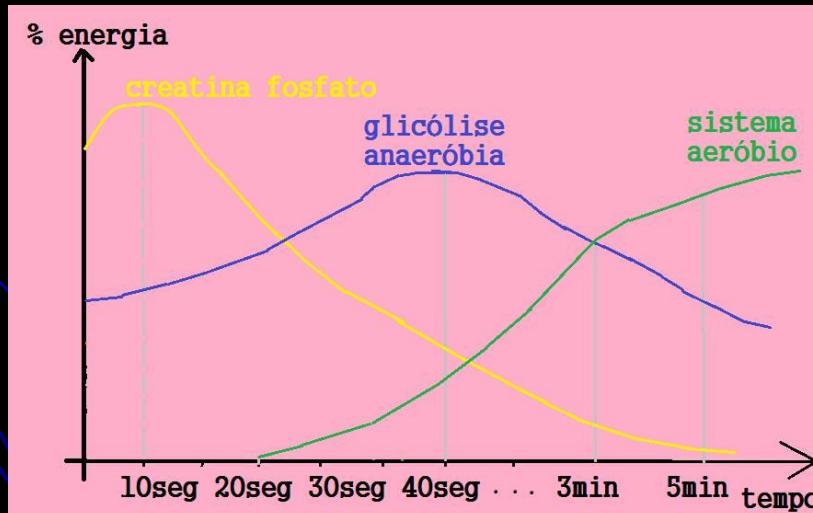
CONTRAÇÃO MUSCULAR



VIAS BIOENERGÉTICAS

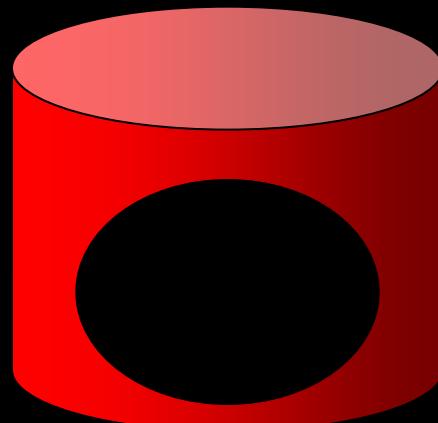
- ATP-CP (transferência do fosfato da creatina fosfato – CP – para o ADP), formando ATP - Anaeróbia alática;
- Via glicolítica (degradação anaeróbia da glicose, que ocorre no citossol) – Anaeróbia lática;
- Via oxidativa (degradação aeróbia da glicose, ácidos graxos e aminoácidos, que ocorre na mitocôndria).

BARRETO e NEGRÃO (2009)



SISTEMA ATP-CP

- ATP $\xrightarrow{\text{ATPase}}$ ADP + Pi + energia
- Fonte mais rápida de obtenção de energia;
- > potência (ATP/s);
- < capacidade (ATP total- 24 mmol de CP por peso úmido de músculo).



ATP-CP

- Usa ATP muscular (2 a 3s);
- Utiliza fosfocreatina (CP) para ressíntese de ATP (6 a 8s).





ATP-CP

- Importante: em todas as situações o componente aeróbio está sempre presente;
- Potência: sprints curtos e recuperação curta;
- Capacidade: Repetições mais próximas de 10 segundos e > volume de repetições com intervalos maiores;



**ATP-PC
System**

VIA GLICOLÍTICA

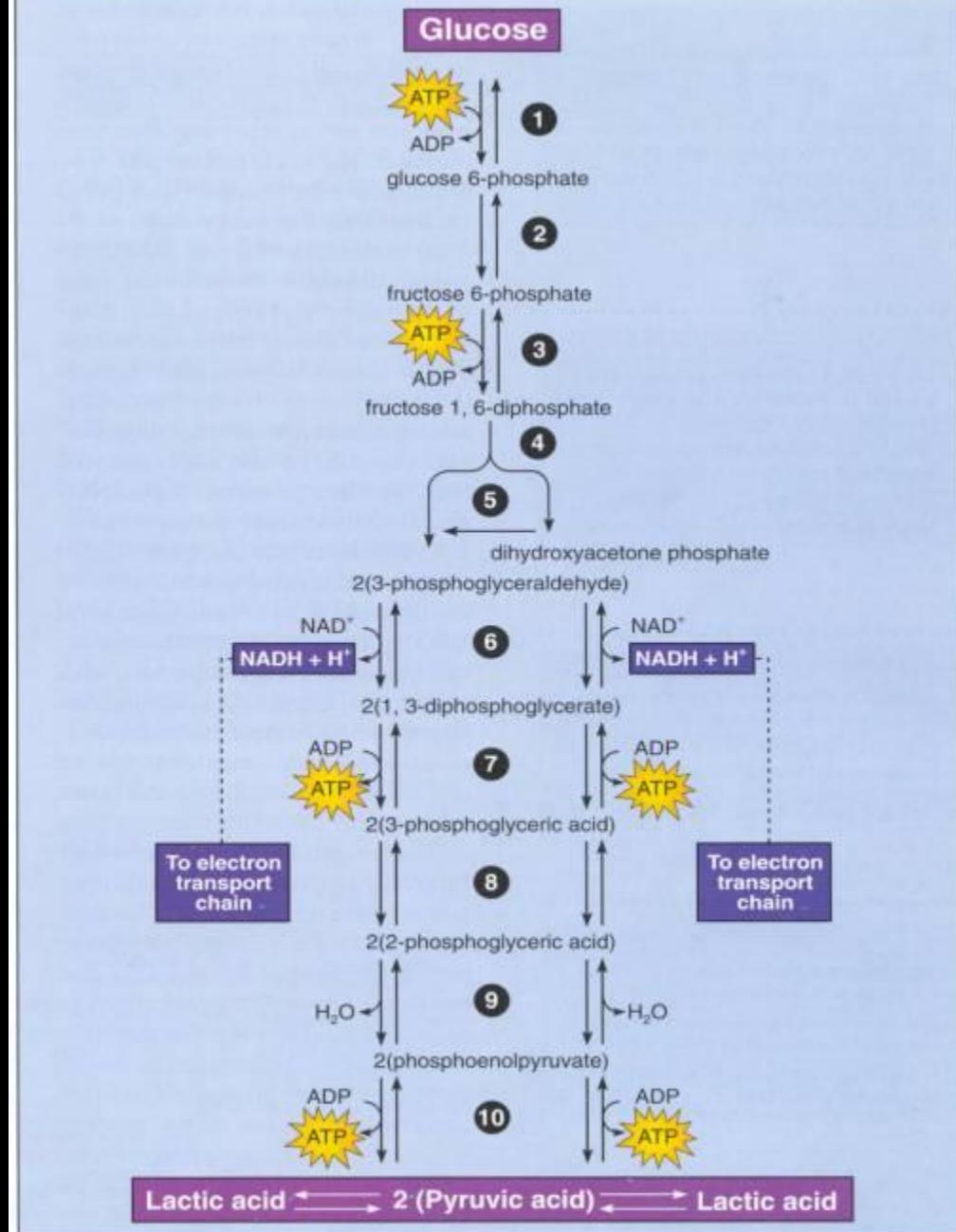
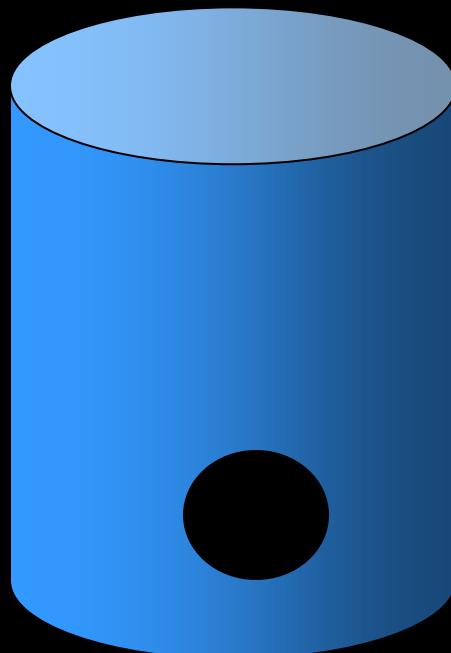


Figure 2-7. Glycolysis: a series of 10, enzymatically-controlled chemical reactions involving the anaerobic breakdown of glucose to two molecules of pyruvic acid. Lactic acid is formed when the oxidation of NADH does not keep pace with its formation in glycolysis.

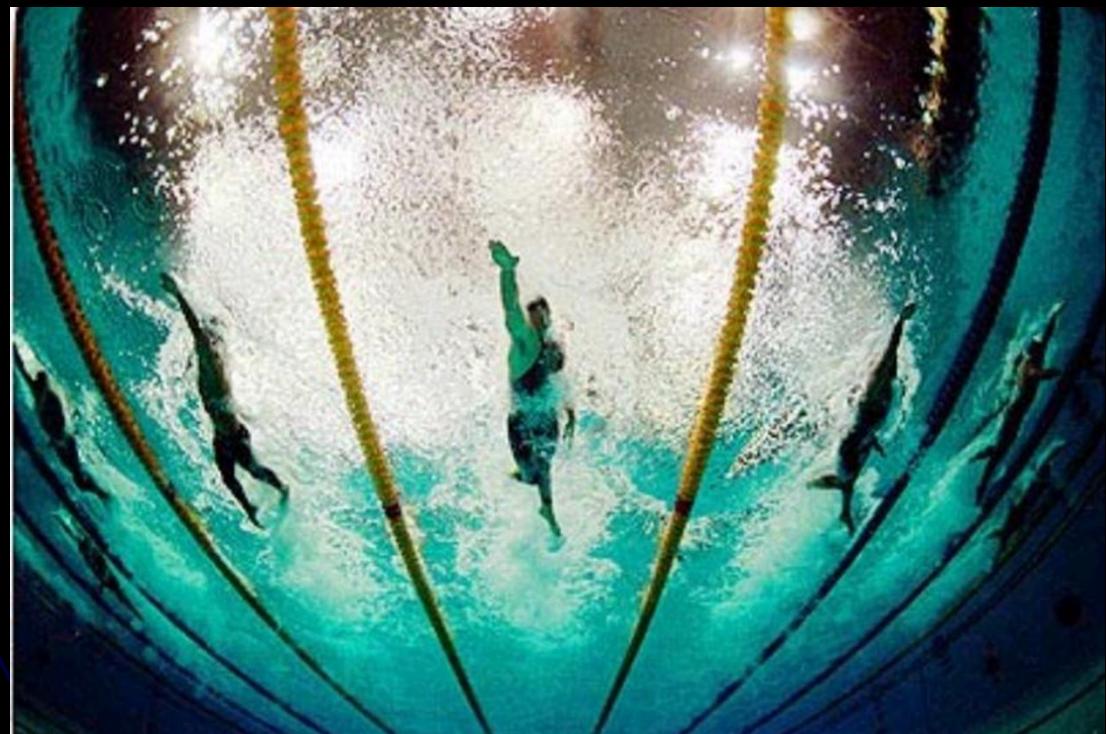
VIA GLICOLÍTICA

- Fonte rápida de obtenção de energia;
- Potência intermediária;
- Capacidade intermediária;
- Formação de ácido lático;



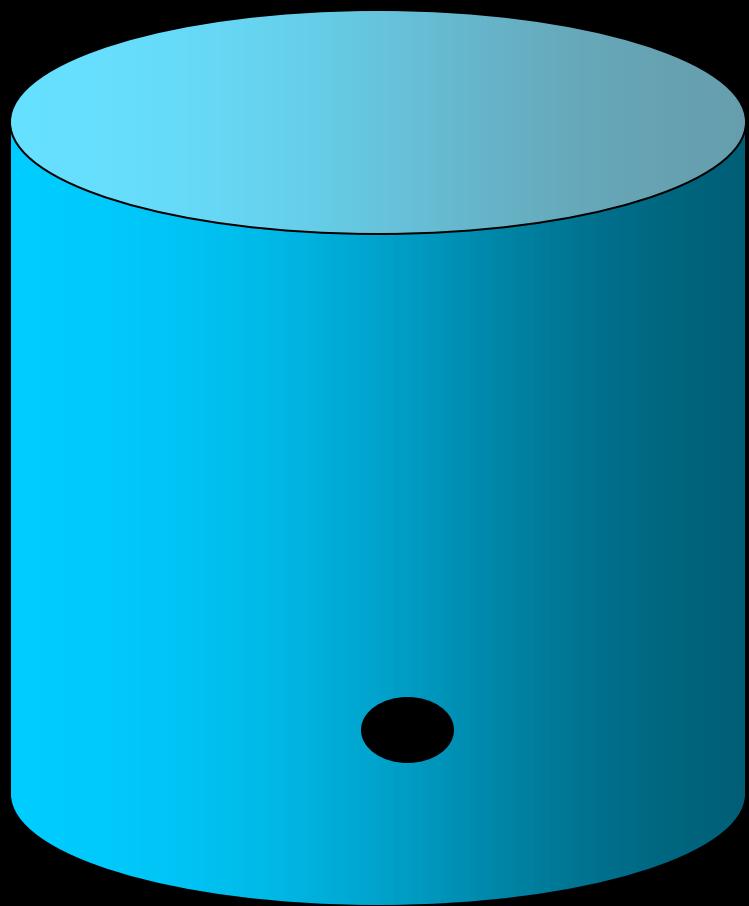
VIA GLICOLÍTICA

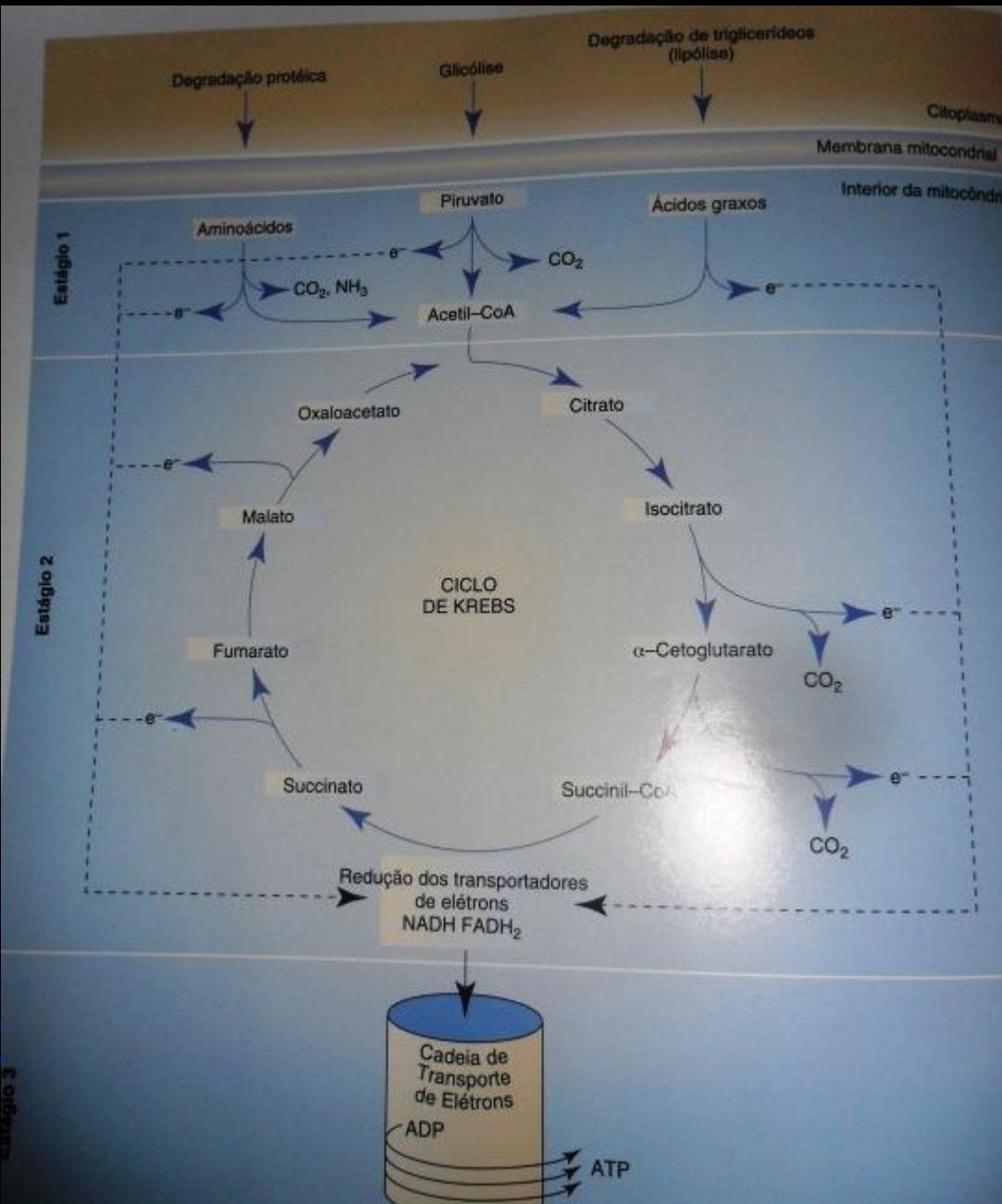
- Predomina até 1 minuto;
- Potência: Trabalhar próximo de 30 segundos;
- Capacidade: Próximo de 1 minuto;



VIA AERÓBIA (Oxidativa)

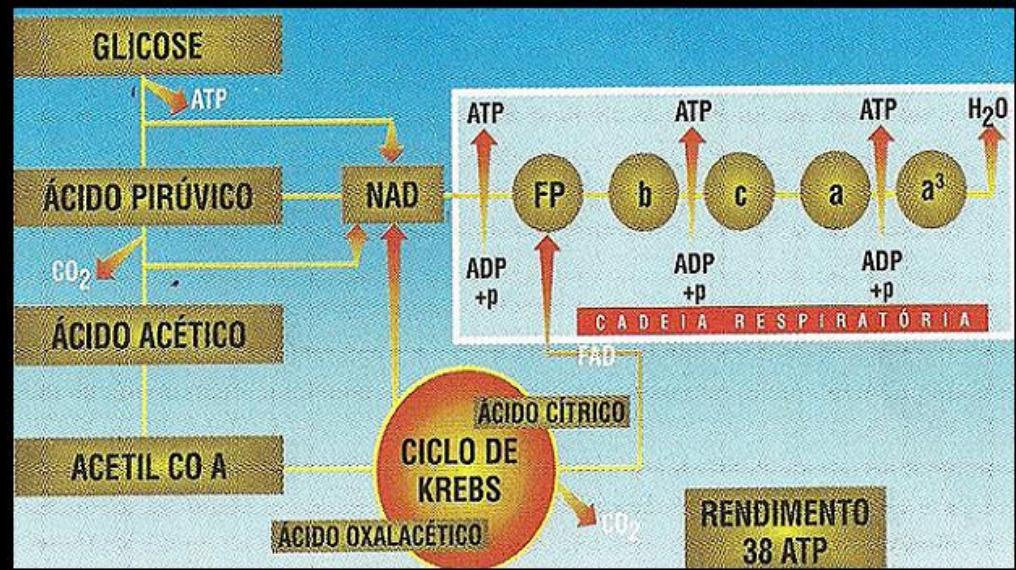
- Fonte mais lenta de obtenção de energia;
- Menor potência (ATP/s);
- Maior capacidade (ATP total).





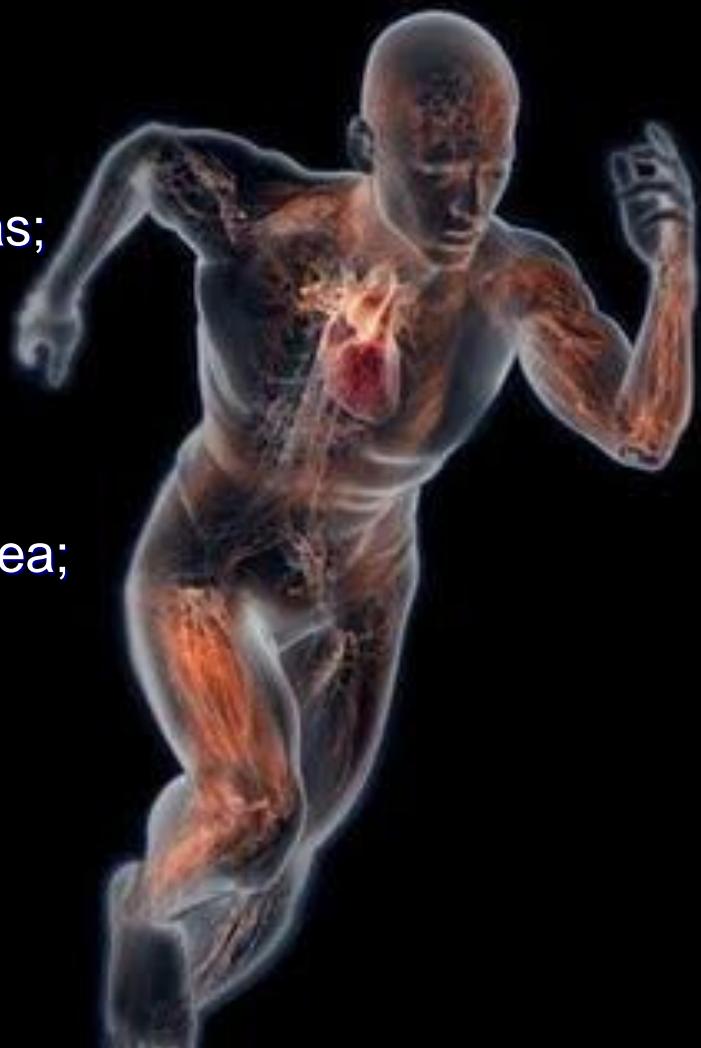
VIA AERÓBIA (Oxidativa)

- Potência aeróbia: máxima velocidade em eventos de 2 a 15 minutos;
- Capacidade aeróbia: Máxima velocidade em eventos acima de 15 minutos;
- Treinamento aprimora a ressíntese de ATP;



TRANSIÇÃO REPOUSO-EXERCÍCIO

- Aumento do gasto energético (ATP/s);
- Maior recrutamento das vias bioenergéticas;
- Maior utilização de:
 - Fosfocreatina
 - Glicogênio muscular e glicose sanguínea;
 - Triglicerídeos musculares e AGL ;



TRANSIÇÃO REPOUSO-EXERCÍCIO

- Elevação do VO_2 ;
- Elevação da concentração muscular de ácido lático;
- Redução do pH intra-muscular.

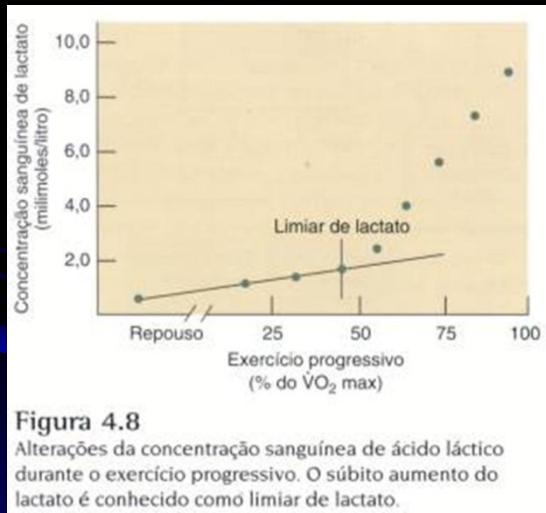


Figura 4.8

Alterações da concentração sanguínea de ácido láctico durante o exercício progressivo. O súbito aumento do lactato é conhecido como limiar de lactato.



RESULTADOS NO SISTEMA IMUNOLÓGICO

- Resposta aguda inflamatória;
- Incremento na circulação de neutrófilos, monócitos e células Natural Killers (NK);
- Linfocitose mediada pelas catecolaminas;
- Aumento da concentração sanguínea de hormônios (epinefrina, cortisol, GH e prolactina);
- Liberação de citocinas anti e pro inflamatórias;



EM CASO DE TREINOS EXTENUANTES...

- Períodos de treino intenso de uma semana ou mais ou sobretreinamento resultam em queda da imunidade;
- Cronicamente, baixo nível de leucócitos, < função de neutrófilos, concentração sérica e salivar de Ig, células Natural Killers e atividade citotóxica devido:

Alto nível de hormônios do estresse, particularmente citosol;

- Tempo insuficiente de recuperação do sistema imunológico entre as sessões;

Níveis baixos de glutamina plasmática;



EM CASO DE TREINOS EXTENUANTES...

- Estudo pioneiro (Larrabe, 1902) leucocitose em corredores após maratona > número de neutrófilos na circulação;
- Infecções trato respiratório após exercício intenso (PETERS; BATEMAN, 1983; NIEMAN et al., 1990; HEATH et al., 1991; MACKINNON et al., 1994; PYNE; GLEESON, 1998)



RESULTADOS NO SISTEMA IMUNOLÓGICO

- Treinamento pesado, competições de endurance (maratona, ciclismo de longa distância) geram imunodepressão e suscetibilidade a inflamações, principalmente trato superior respiratório (GLEESON et al., 2004; MAUGHAN; GLEESON, 2010)



COMO FUNCIONA...

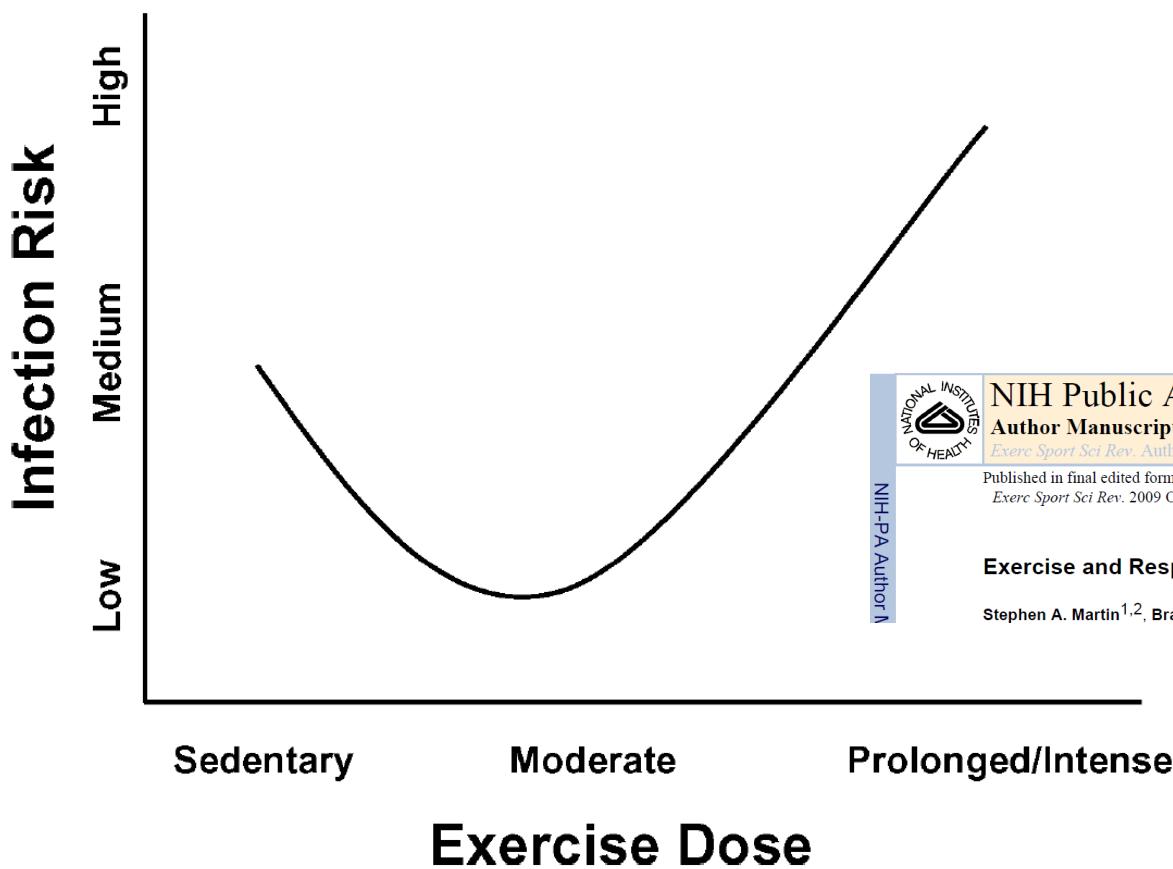


Figure 1.

"J-shaped" model depicting dose-dependent effect of exercise on risk and severity of respiratory tract infections. Sedentary persons are considered to be at normal risk of URTI. Exercise of low-to-moderate intensity or frequency is associated with reduced risk of URTI (3,18,23,25,34) while high-intensity exercise is associated with an increased risk of infection (8,11,24). [Adapted from Nieman DC, Johanssen LM, Lee JW. Infectious episodes in runners before and after a roadrace. *J Sports Med Phys Fitness*. 1989;29(3):289–96. Copyright © 1989 BMJ Publishing Group Ltd. Used with permission.]



NIH-PA Author M

**NIH Public Access
Author Manuscript**

Exerc Sport Sci Rev. Author manuscript; available in PMC 2010 October 1.

Published in final edited form as:

Exerc Sport Sci Rev. 2009 October ; 37(4): 157–164. doi:10.1097/JES.0b013e3181b7b57b.

Exercise and Respiratory Tract Viral Infections

Stephen A. Martin^{1,2}, Brandt D. Pence^{1,2}, and Jeffrey A. Woods^{1,2,3,4}

EM GERAL

- Exercício de pouca intensidade (<60% do VO₂máx) gera aumento da resposta dos mecanismos de defesa orgânica;
- Efeitos negativos estão associados aos seguintes fatores:
- Predisposição genética da competência imunológica;
- Nutrição inadequada;
- Estresse psicológico e ambiental;
- Alterações no sono; (JEUKENDRUP; GLEESON, 2010)



EFEITOS TAMBÉM DEPENDEM:

- Do tipo, intensidade e duração do exercício, aptidão física e idade;
- Problemas de imunidade pós exercício acontecem com maior frequência em atividades prolongadas ($> 1,5$ h), de moderada a alta intensidade (50 a 77% VO₂ max) e realizado em jejum!



PAPEL DA NUTRIÇÃO

Nutrients 2012, 4, 1187–1212; doi:10.3390/nu4091187

OPEN ACCESS

nutrients

ISSN 2072-6643

www.mdpi.com/journal/nutrients

Review

Exercise-Induced Immunodepression in Endurance Athletes and Nutritional Intervention with Carbohydrate, Protein and Fat—What Is Possible, What Is Not?

Wolfgang Gunzer, Manuela Konrad * and Elisabeth Pail

Table 1. Effects of pre-exercise high- vs. low-CHO diet on hormonal & immune response to endurance exercise (\uparrow : increase; \downarrow : decrease; \leftrightarrow : no effect; CHO: carbohydrate; BW: bodyweight; /day: per day).

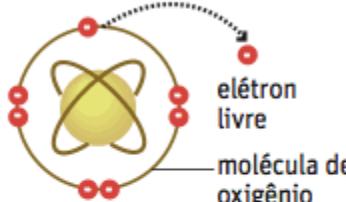
Hormonal/Immune Response	High-CHO Diet (70%–77% Dietary Intake from CHO/8.0–12.0 g CHO/kg BW/day)	Low-CHO Diet/Self Selected (7%–11% Dietary Intake from CHO/0.5 g CHO/kg BW/day)
Glucose response	\uparrow Glucose response [51,53] \leftrightarrow [56]	\downarrow Low blood glucose level [56]
Glutamine level	\uparrow Glutamine level [51,57] \leftrightarrow [52]	\downarrow Glutamine level [52]
Cortisol response	\downarrow Plasma cortisol [51,53,58] \leftrightarrow Circulating leukocytes [52]	\uparrow Plasma or salivary cortisol [52,56]
Leukocyte & lymphocyte cell counts	\downarrow Numbers of neutrophils [53,55] Trend to attenuate post-exercise leukocytosis [55] \leftrightarrow Post-exercise lymphocytopenia [51]	\uparrow Numbers of neutrophils [52], leukocytes, lymphocytes [51] \uparrow Neutrophil:lymphocyte ratio [52,54]
Mucosal immunity	\uparrow Post-exercise s-IgA concentration than pre-exercise [56]	
Cytokine response		\uparrow IL-6, IL-10, IL-1ra [54]

EFEITOS COLATERAIS

- Enquanto atividade regular e dieta balanceada trazem benefícios à saúde (COOPER et al., 2002)...
- Atividades intensas e exaustivas podem trazer problemas (doenças, lesões, envelhecimento), em parte por conta dos radicais livres (LACHANCE et al., 2001; GOLDEN et al., 2002)

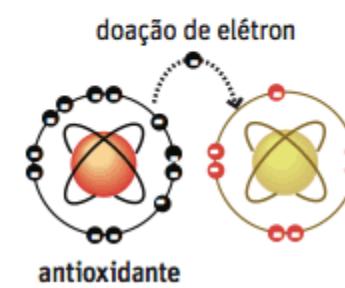
LIVRES, LEVES E PERIGOSOS
Os radicais podem matar as células saudáveis

Radical livre
Poluição, radiação solar e o próprio metabolismo liberam moléculas de oxigênio com um elétron solitário – o radical livre



elétron livre
molécula de oxigênio

Antioxidante
Para se equilibrar, ele "rouba" elétrons de outras células. Os antioxidantes "doam" um elétron ao radical, neutralizando sua atividade nociva



doação de elétron
antioxidante

CONTRAPONTO

- Defesas antioxidantes agem para suprimir os efeitos negativos e o estresse oxidativo;
- Nutrição é a fonte exógena de antioxidantes, mas a oferta de micronutrientes nem sempre é a ideal, principalmente em atletas;

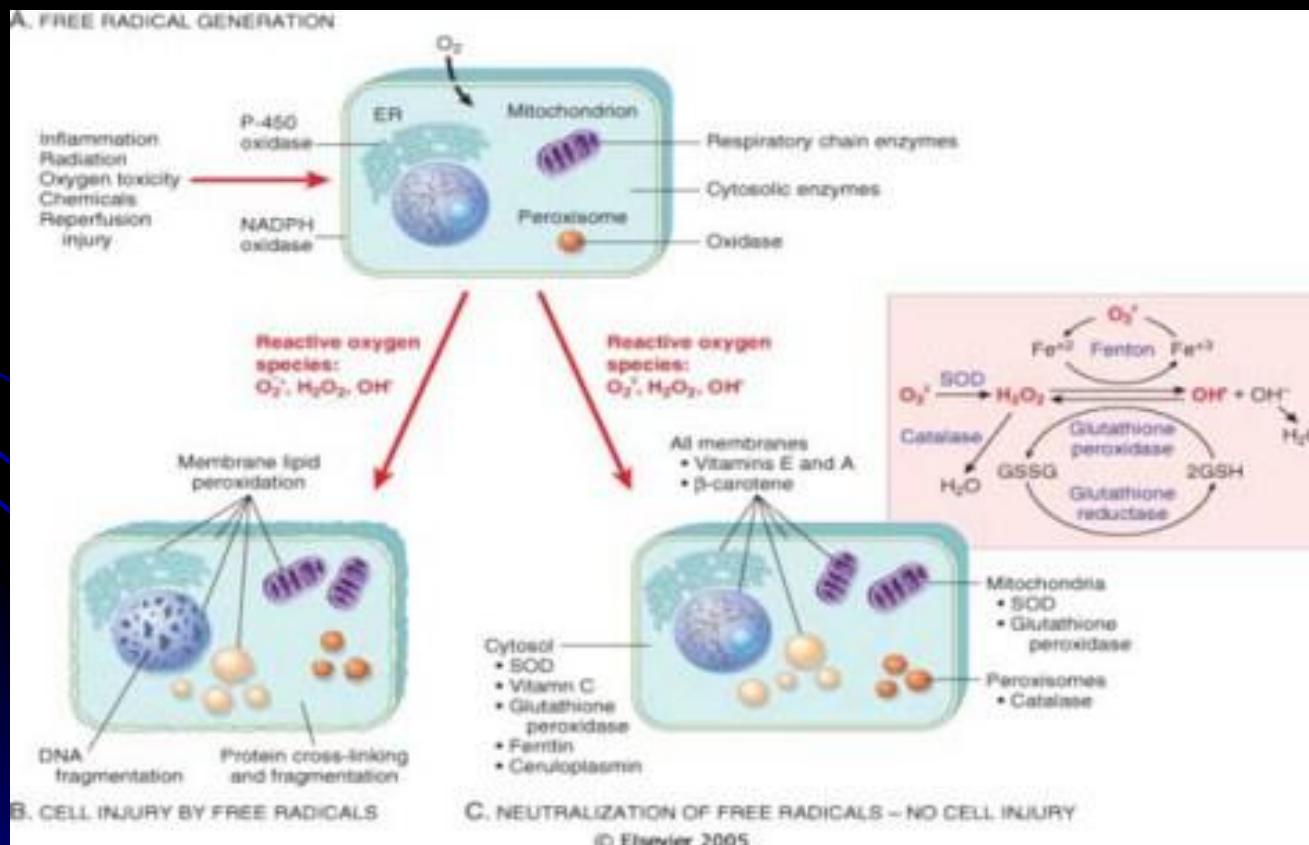
(FINAUD et al., 2006)



POR QUE ACONTECE?

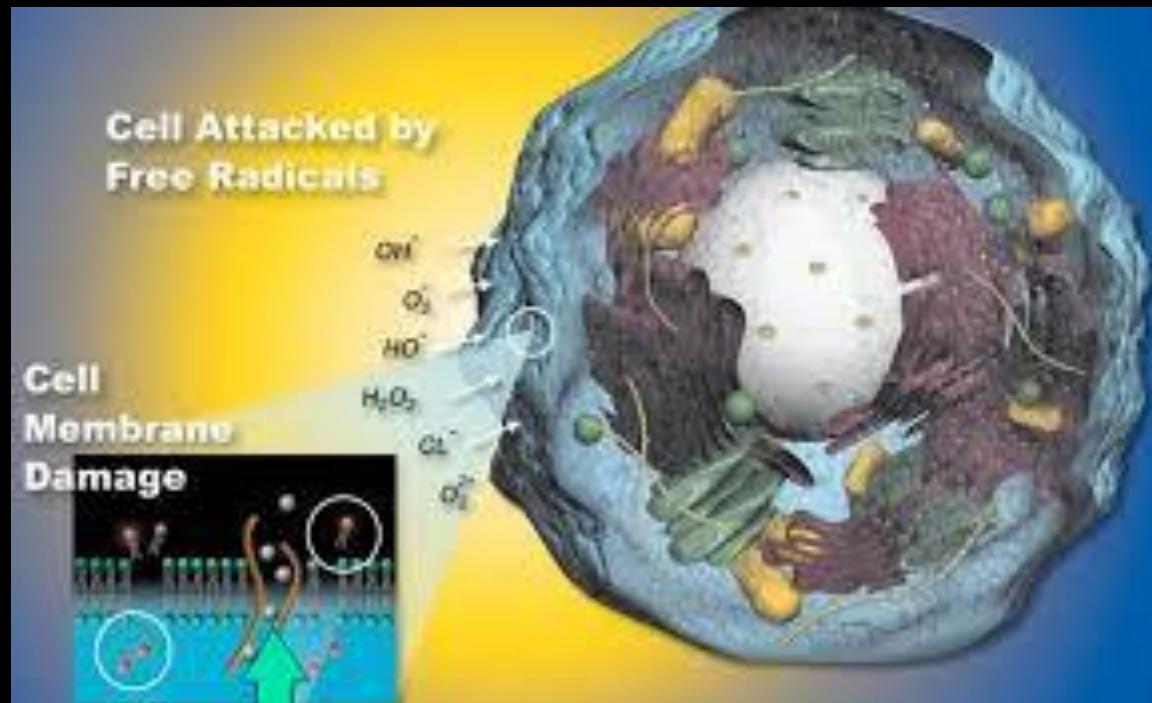
- Cadeia respiratória mitocondrial, isquemia pós reperfusão e reações inflamatórias são as fontes durante e após o exercício;

(FINAUD et al., 2006)



“PARADOXO DO OXIGÊNIO”

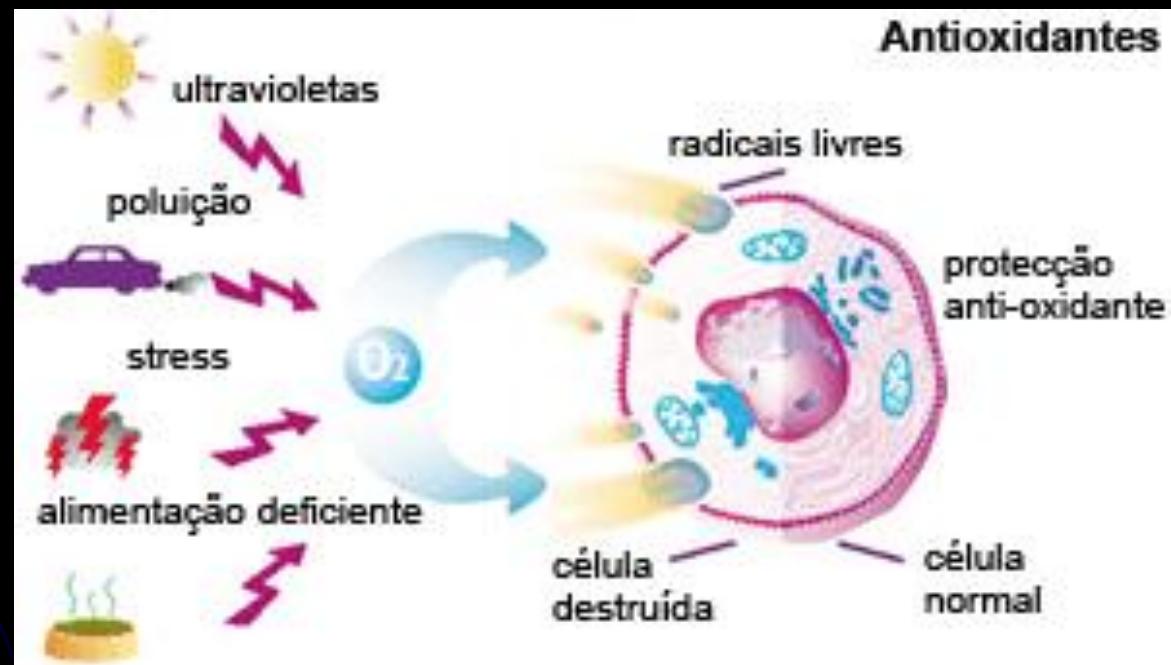
- Reperfusão pós-isquêmica: Efeitos deletérios no tecido (endotélio) pela ação de radicais livres;
- A reoxigenação tissular (dos tecidos) causa lesões na membrana basal (por oxidação dos ácidos graxos da membrana), desorganização mitocondrial e lesões no sarcolema.



MAIOR POSSIBILIDADE

- Exercícios mais intensos e traumáticos;
- Atletas com baixo nível de treinamento;
- Atletas com baixa ingesta nutricional de antioxidantes;

(FINAUD et al., 2006)



IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO

- Perigo: Dietas com restrição de nutrientes energéticos, como em esportes, o que leva a deficiência em micronutrientes/Excesso de nutriente específicos, hidratação inadequada e uso excessivo de suplementos;
- O que fazer: hidratação adequada, nível adequado de glicose, proteínas e eletrólitos;

EFEITO ERGOGÊNICO???

International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2012, 22, 470-478
© 2012 Human Kinetics, Inc.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
SPORT NUTRITION AND
EXERCISE METABOLISM
www.IJSNEM-Journal.com
ORIGINAL RESEARCH

No Improvement in Endurance Performance After a Single Dose of Beetroot Juice

Naomi M. Cermak, Peter Res, Rudi Stinkens, Jon O. Lundberg,
Martin J. Gibala, and Luc J.C. van Loon



Clinical Nutrition
<http://Int.elsevierhealth.com/journals/dnu>

ORIGINAL ARTICLE

Effects of polyphenolic antioxidants on exercise-induced oxidative stress

J.M. Morillas-Ruiz^{a,*}, J.A. Villegas García^b, F.J. López^b,
M.L. Vidal-Guevara^a, P. Zafrilla^a

REVIEW ARTICLE

Sports Med 2006; 36 (4): 327-358
0112-1642/06/0004-0327/\$39.95/0

© 2006 Adis Data Information BV. All rights reserved.

Oxidative Stress Relationship with Exercise and Training

Julien Finaud, Gérard Lac and Edith Filaire

Laboratoire Biologie Interuniversitaire des Activités Physiques et Sportives, Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand, Aubière, France

REVIEW ARTICLE

Sports Med 2003; 33 (12): 921-939
0112-1642/03/0012-0921/\$30.00/0

© Adis Data Information BV 2003. All rights reserved.

Popular Sports Supplements and Ergogenic Aids

Mark S. Juhn

Department of Family Medicine, University of Washington School of Medicine, Seattle,
Washington, USA

CUIDADO COM EXERCÍCIOS EM AMBIENTES EXTREMOS

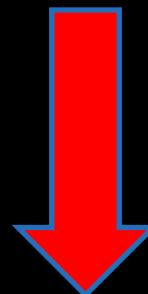


IMPORTANTE: RESPEITAR PRINCÍPIOS DO TREINAMENTO

- Adaptação;
- Sobrecarga;
- Especificidade;
- Individualidade biológica;
- Interdependência volume x intensidade;
- Reversibilidade / continuidade;

+

IMPORTANT



INTEGRAR TUDO ISSO!

Modelling training and overtraining

R.H. MORTON

Department of Statistics, Massey University, Private Bag 11-222, Palmerston North, New Zealand

**MODELO “FARMACOLÓGICO”
PARA COMPREENSÃO DOS
EFEITOS DO TREINAMENTO
FÍSICO**



OBRIGADO



REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, AND DIETITIANS OF CANADA. **Joint Position Statement: Nutrition and athletic performance.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 32, n. 12, p. 2130-2145, 2000.

BARBANTI, V.J.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. **Relevância do conhecimento científico na prática do treinamento físico.** Revista Paulista de Educação Física, v.18, p.101-109, 2004.

CASPERSEN, C. J. et al; **Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research.** Public health reports, v.100, n.2, pp.126-131, 1985.

Cooper CE, Vollaard NBJ, Choueiri T, et al. Exercise, free radicals and oxidative stress. Biochem Soc Trans 2002; 30 (2):280-5

Evans WJ, Calmon JG. The metabolic effect of exercise-induced muscle damage. Exerc Sports Sci Rev 1991;19:99-125.

GRANDJEAN, A. C. Diets of elite athletes: has the discipline of sports nutrition made an impact? *The Journal of Nutrition, Omaha*, v. 127, n. 5, p. 874-877, 1997.

Jeukendrup, A.E.; Gleeson, M. Sport Nutrition: An Introduction to Energy Production and

REFERÊNCIAS

- Performance, 2nd ed.; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2010.
- MORTON, R.H. Modelling training and overtraining. Journal of Sports Sciences, v.15, p.335-340, 1997.
- NEGRÃO, C.E.; BARRETO, A.C.P. Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata. São Paulo: Manole, 2009
- Lachance PA, Nakat Z, Jeong WS. Antioxidants: an integrative approach. Nutrition 2001; 17: 835-8
- Gleeson, M.; Nieman, D.C.; Pedersen, B.K. Exercise, nutrition and immune function. J. Sports Sci. 2004, 22, 115–125.
3. Maughan, R.J.; Gleeson, M. The Biochemical Basis of Sports Performance, 2nd ed.; Oxford University Press: Oxford, UK, 2010.
- Golden TR, Hinerfeld DA, Melov S. Oxidative stress and aging:beyond correlation. Aging Cell 2002; 1: 117-23
- Pedersen KB e Hoffman-Goetz L. (2000). Exercise and the immune system: regulation, integration and adaptation.
Physiol Rev 80 (3): 1055-1081
- Sen CK. Antioxidant and redox regulation of cellular signaling:introduction. Med Sci Sports Exerc 2001; 33 (3): 368-70