



# A avaliação do estado nutricional atividade física e esporte

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sandra Maria Lima Ribeiro

# Esporte, exercício e seu impacto no organismo

```
graph TD; A[Esporte, exercício e seu impacto no organismo] --> B[Gasto de energia<br/>Mobilização adequada de<br/>substratos]; A --> C[Integridade dos órgãos e<br/>tecidos envolvidos];
```

Gasto de energia  
Mobilização adequada de  
substratos

Integridade dos órgãos e  
tecidos envolvidos

✓ O balanço energético está adequado?

✓ A proporção entre macronutrientes proporciona uma utilização apropriada para realização do exercício?

✓ Há possibilidade de uma recuperação apropriada?

✓ A massa corporal está adequada para realização do exercício?

✓ O fornecimento de micronutrientes tem possibilitado a necessária otimização do metabolismo?

✓ Os sistemas antioxidante, imunológico e endócrino têm permitido o treinamento, as competições e as recuperações?

# Respostas às questões: Avaliação do Estado Nutricional

- Importante ferramenta para avaliar, monitorar e determinar intervenções

É o estado de saúde de uma pessoa, em termos dos nutrientes na dieta e no corpo.

Avaliação nutricional é um caminho a se percorrer para definir o Estado Nutricional

Estado Nutricional



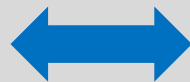
Saúde

## Avaliação do Balanço energético e de nutrientes

Consumo Alimentar



Gasto energético/  
utilização de  
nutrientes



## Avaliação antropométrica e de composição corporal

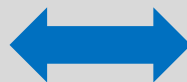
-Dimensões corporais



Estado Nutricional: o que e como avaliar?

## Medidas Bioquímicas

-Proteínas, glicemia, lipídeos, vitaminas,  
minerais, água e eletrólitos  
-Hormônios e fatores de crescimento



## Avaliação de aspectos clínicos e ambientais

-Sinais e sintomas de desvios nutricionais  
- Relatos do atleta/esportista  
- Facilidades e dificuldades para obtenção dos alimentos

# Quais informações são necessárias para o atendimento de um atleta/esportista?

---

- Anamnese detalhada que inclui aspectos ambientais
- Investigação de sinais e sintomas de deficiências nutricionais
- Dados alimentares
- Dados antropométricos/ dados de composição corporal
- Informações de parâmetros bioquímicos



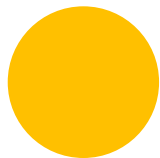
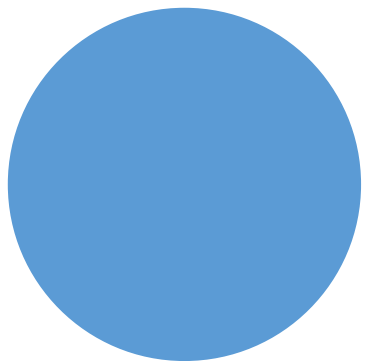
Informações usuais para todas as anamneses (dados sociodemográficos, dados de saúde, etc)

Acesso à aquisição e preparo dos alimentos

Informações sobre o objetivo e etapas do treino

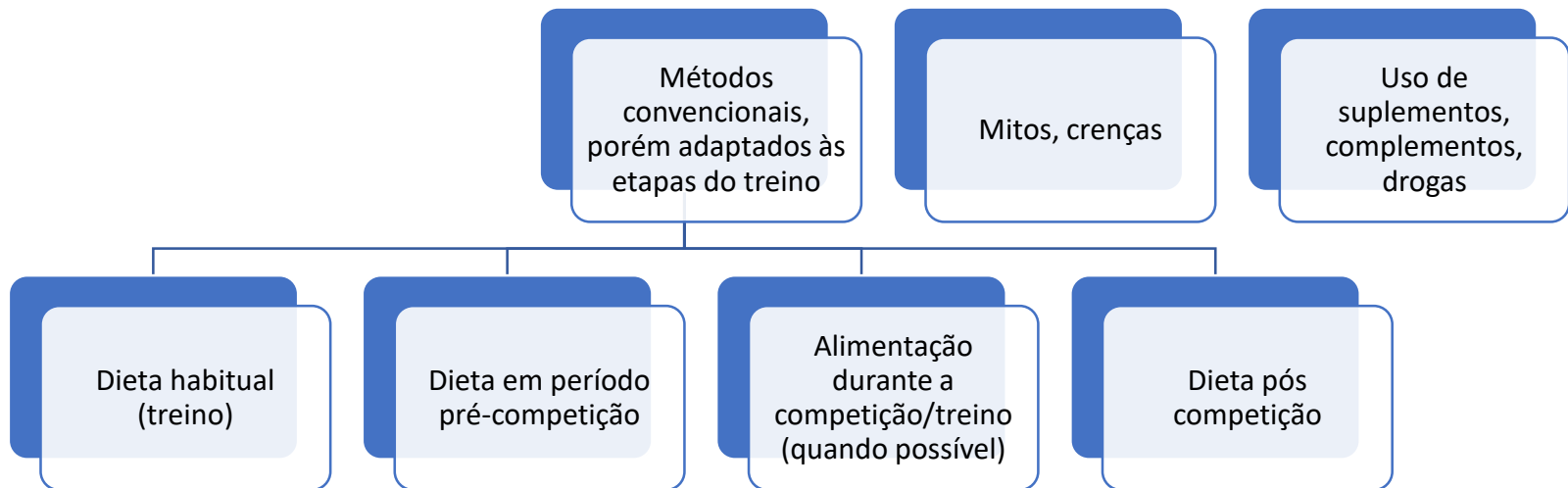
- Atleta recreativo ou competitivo?
- Fase do ciclo: treino, competição, recuperação de lesões

Anamnese detalhada

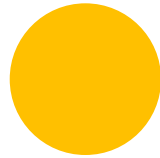
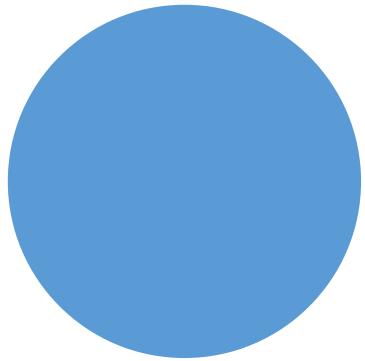


# Avaliação | Dietética |

# Informações dietéticas







Avaliação da composição  
corporal e antropometria



# Dados antropométricos e de composição corporal

No que consiste a composição corporal?

Quais as aplicações dessa investigação na área de esporte/ exercício físico?

Monitoramento da eficácia de tratamentos hormonais e medicamentosos. Ex: reposição hormonal, uso de corticóides

Monitoramento da gordura corporal  
Ex.:obesidade, transtornos alimentares

## Avaliação da composição corporal

Medida de riscos ou prognóstico (sobrevida)- ex: queimaduras

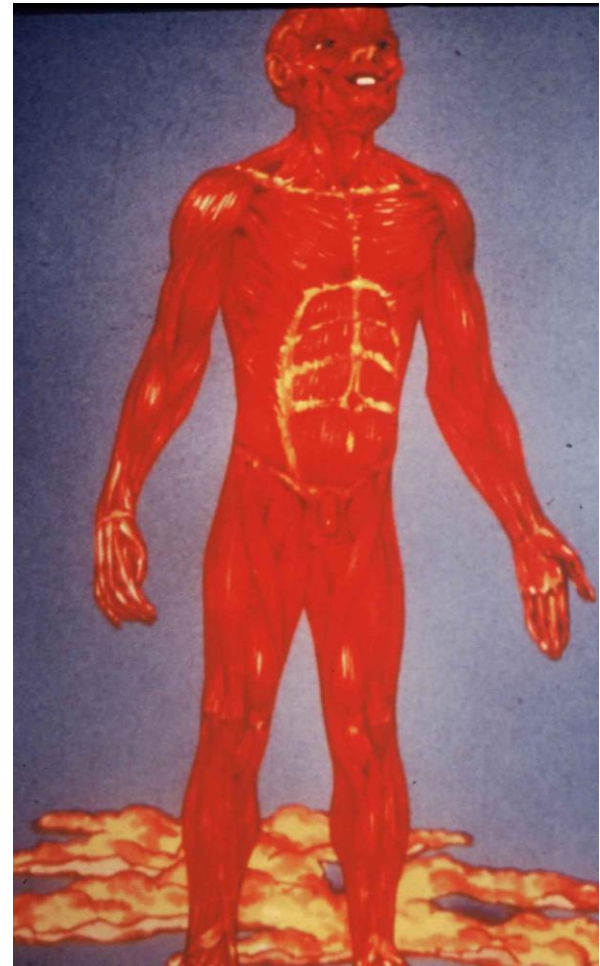
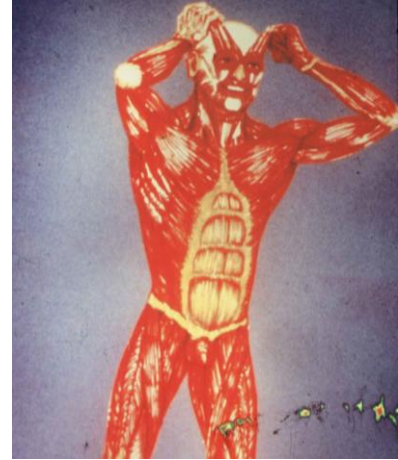
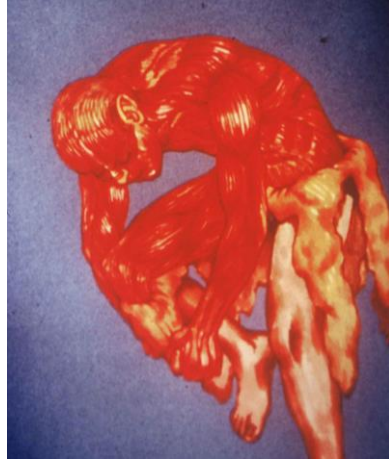
Prescrição e acompanhamento de treinamento físico e intervenções dietéticas em diferentes grupos

Estabelecimento de necessidades nutricionais (Energia, nutrientes, líquidos....)

## MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

- Diretos, indiretos e duplamente indiretos:  
algumas discordâncias  
(Claris et al, 1999)
- Dissecção de cadáveres
- Densitometria
- Antropometria
- Bioimpedância
- Imagens geradas por modificações atômicas
- Uso de isótopos (radioativos ou estáveis)
- Análises bioquímicas

# Início- Dissecação de Cadáveres

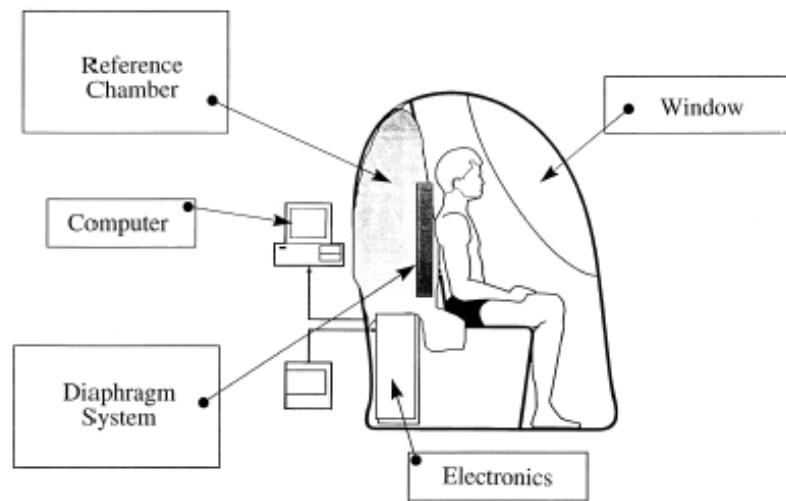




A pesagem hidrostática foi considerada o primeiro padrão ouro na análise da composição corporal



# Pletismografia Avanço a partir da análise por pesagem hidrostática



- O indivíduo é imerso no ar
- Sistema: duas câmaras: uma para o sujeito e outra referência
- Diafragma para identificar a alteração na pressão na câmara de acordo com o volume do sujeito

# Pletismografia

Relação inversa entre pressão (p) e volume (v)  $\Rightarrow$  Lei de Boyle:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Volume  corporal

Densidade corporal:   
 $D = \text{massa/volume}$

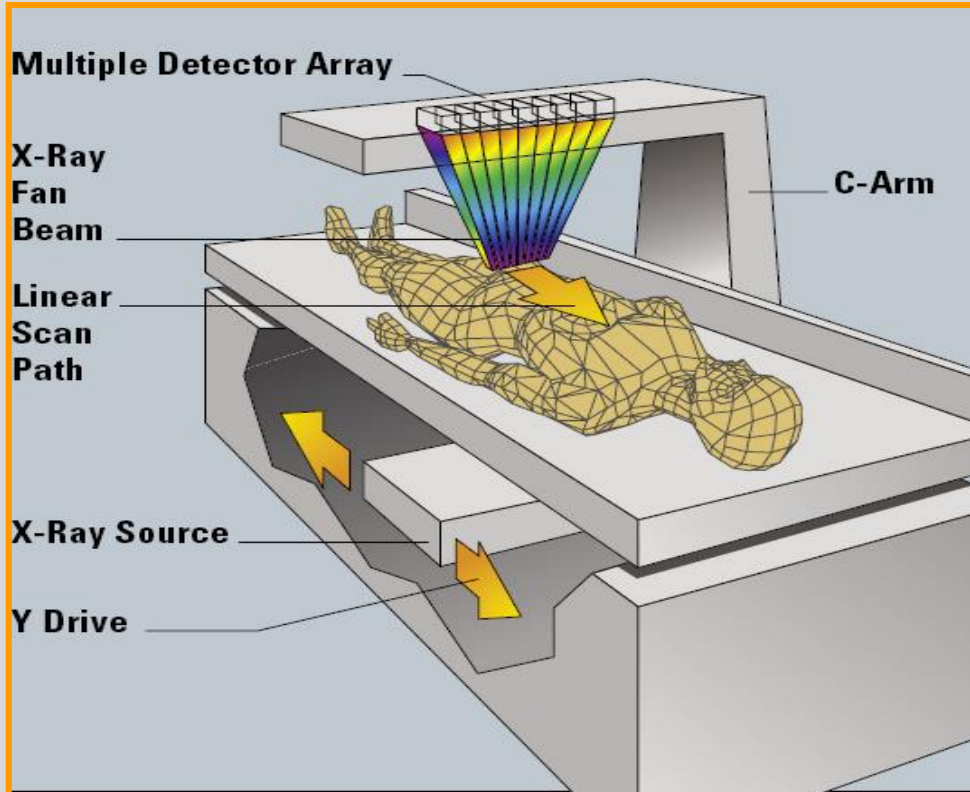




# DEXA= dual energy X-ray absorptiometry



- Raio X, potência constante, filtro que gera 2 picos de energia
- Medida dos tecidos moles e rígidos, pela atenuação da energia



Pouca exigência do avaliado, baixa radioatividade, boa precisão

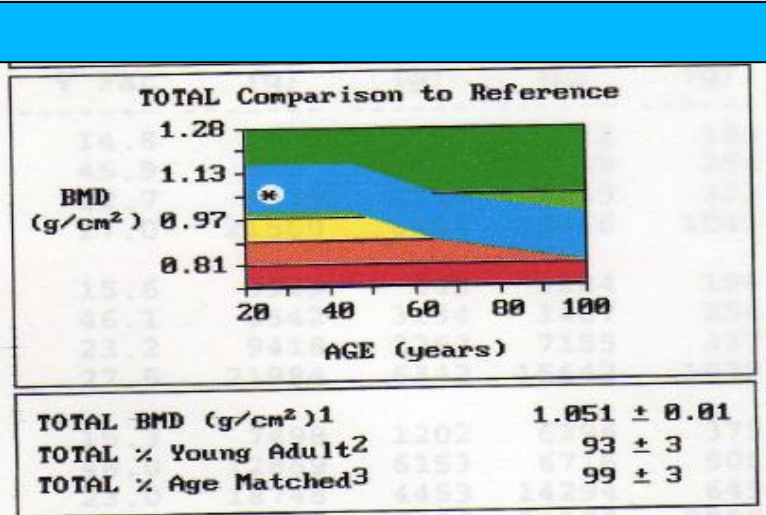
Alto custo, limitação acima de 120Kg

Mazess et al, 1990; Wagner & Heyward, 1999)



**LUNAR®**

IMAGE NOT FOR DIAGNOSIS



Age (years).....	26	Large Standard.....	267.24	Scan Mode.....	Medium
Sex.....	Female	Medium Standard.....	198.85	Scan Type.....	DPX
Weight (Kg).....	47.0	Small Standard.....	140.93	Collimation (mm).....	1.68
Height (cm).....	160	Low keV Air (cps)...	74/985	Sample Size (mm).....	4.8x 9.6
Ethnic.....	White	High keV Air (cps)..	407944		
System.....	3006	Rvalue (%Fat).....	1.333(28.6)		
Current (uA).....	150				

REGION	BMD <sup>1</sup> g/cm²	Young Adult <sup>2</sup> %	T	Age Matched <sup>3</sup> %	Z
HEAD	2.335	-	-	-	-
ARMS	0.985	117	1.75	121	2.16
LEGS	0.791	68	-4.06	73	-3.30
TRUNK	0.902	98	-0.26	108	0.98
RIBS	0.759	-	-	-	-
PELVIS	0.890	80	-2.20	90	-1.02
SPINE	1.272	112	0.95	124	1.78
TOTAL	1.051	93	-0.93	99	-0.14

- 1 - See appendix E on precision and accuracy. Statistically 68% of repeat scans will fall within 1 SD.
- 2 - Brazil Total Body Reference Population. Ages 20-45. See Appendices.
- 3 - Matched for Age, Weight(males 25-100kg; females 25-100kg). Ethnic.
- Extended Research Analysis.

## Característica especial do DEXA: regionalização da composição corporal

BODY COMPOSITION**							
Region of Interest	R Value	Tissue % Fat	Region % Fat	Tissue (g)	Fat (g)	Lean (g)	BMC (g)
LEFT ARM	1.322	35.9	34.4	5377	1928	3449	226
LEFT LEG	1.300	46.7	45.4	12845	5996	6849	359
LEFT TRUNK	1.308	42.6	41.7	22944	9782	13162	523
LEFT TOTAL	1.309	42.1	40.8	43950	18485	25465	1389
RIGHT ARM	1.323	35.3	33.8	5432	1916	3516	244
RIGHT LEG	1.301	46.2	44.8	12179	5622	6556	375
RIGHT TRUNK	1.306	43.4	42.5	21883	9498	12385	474
RIGHT TOTAL	1.308	42.4	41.2	41439	17582	23858	1285
ARMS	1.322	35.6	34.1	10809	3845	6965	470
LEGS	1.300	46.4	45.1	25024	11619	13405	734
TRUNK	1.307	43.0	42.1	44827	19279	25548	997
TOTAL	1.309	42.2	41.0	85389	36066	49323	2674

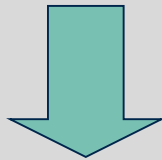
# Medida da gordura subcutânea



# Dobras cutâneas e composição corporal

## Dobras Cutâneas

- Gordura subcutânea
- Gordura corporal total
- Relação com depósitos de gordura específicos



Equações lineares  
Equações logarítmicas  
Equações curvilíneas

## Circunferências e dimensões ósseas

- Poucos estudos de validação
- Fatores interferentes na circunferência

# Equações de predição: quais os melhores pontos anatômicos?

13 locais anatômicos



6 indicados como bons preditores de gordura corporal



4 boa reprodutibilidade

Local	Reprodutibilidade
Subescapular	x
Peitoral	
Abdominal	x
Tricipital	x
Coxa	
Panturrilha	x

*(Roche et al, 1985)*

# Equações de predição: o que levar em consideração na escolha da fórmula?

- População específica?
- Procedimentos para escolha da amostra (randomizado?)
- Tamanho da amostra
- Variáveis selecionadas
- Descrição dos procedimentos
- Tratamento estatístico utilizado

- É IMPORTANTE IDENTIFICAR O ESTUDO DE ORIGEM!

# Fórmulas Generalizadas

IDADE	HOMENS	MULHERES
16-19	$DC = (1,1620 - 0,0630 * \log_{10} \sum 4a)$	$DC = (1,1549 - 0,0678 * \log_{10} \sum 4a)$
20-29	$DC = (1,1631 - 0,0632 * \log_{10} \sum 4a)$	$DC = (1,1599 - 0,0717 * \log_{10} \sum 4a)$
30-39	$DC = (1,1422 - 0,0544 * \log_{10} \sum 4a)$	$DC = (1,1423 - 0,0632 * \log_{10} \sum 4a)$
40-49	$DC = (1,1620 - 0,0700 * \log_{10} \sum 4a)$	$DC = (1,1333 - 0,0612 * \log_{10} \sum 4a)$
50-72	$DC = (1,1715 - 0,0779 * \log_{10} \sum 4a)$	$DC = (1,1339 - 0,0645 * \log_{10} \sum 4a)$

DC= densidade corporal;  $\sum 4 = (DCT + DCSE + DCSI + DCB)$

(Durnin & Womersley, 1974)



# Conversão de densidade corporal para percentual de gordura

Idade (anos)	Sexo	
	Masculino	Feminino
7-8	(538/D)- 497	(543/D)- 503
9-10	(530/D)- 489	(535/D)- 495
11-12	(523/D)- 481	(525/D)- 484
13-14	(507/D)- 464	(512/D)- 469
15-16	(503/D)- 459	(507/D)- 464
17-19	(498/D)- 453	(505/D)- 462
20-50	(495/D)- 450	(503/D)- 459

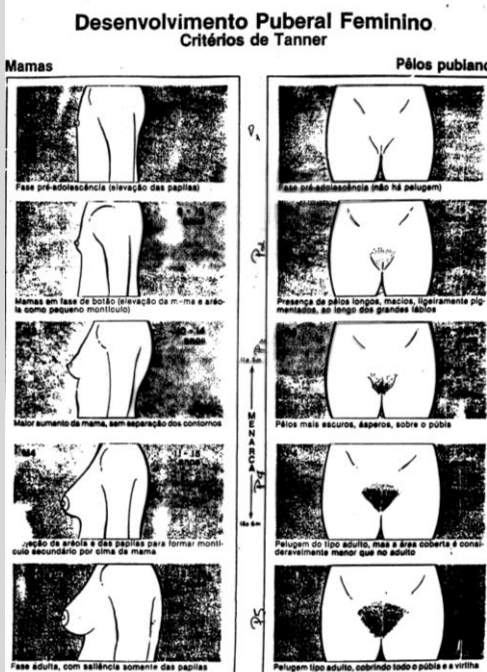
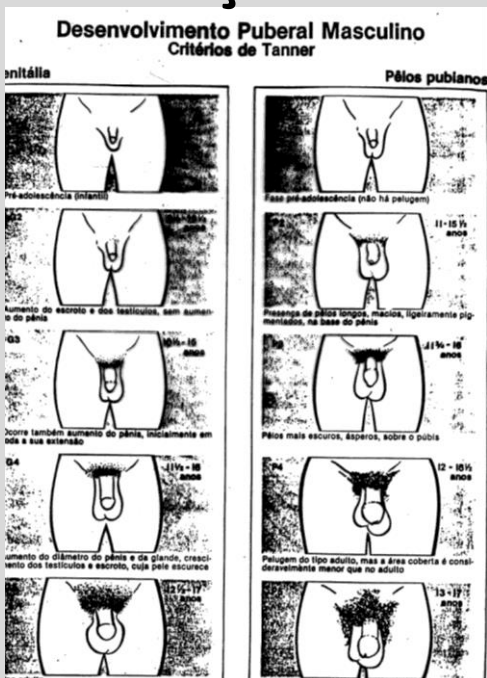
(Lohman, 1986)

# Adequação do percentual de gordura

Adequação	Idade (anos)				
	20-29	30-39	40-49	50-59	>60
<b>Homens</b>					
<b>Excelente (atlético)</b>	<11	<12	<14	<15	<16
<b>Bom</b>	11-13	12-14	14-16	15-17	16-18
<b>Dentro da média</b>	14-20	15-21	17-23	18-24	19-25
<b>Regular</b>	21-23	22-24	24-26	25-27	26-28
<b>Alto percentual de gordura</b>	>23	>24	>26	>27	>28
<b>Mulheres</b>					
<b>Excelente (atlético)</b>	<16	<17	<18	<19	<20
<b>Bom</b>	16-19	17-20	18-21	19-22	20-23
<b>Dentro da média</b>	20-28	21-29	22-30	23-31	24-32
<b>Regular</b>	29-31	30-32	31-33	32-34	33-35
<b>Alto percentual de gordura</b>	>31	>32	>33	>34	>35

Modificado de Jackson; Pollock, 1978; Jackson et al, 1980.

# Avaliação de adolescentes deve incluir o estágio de maturação sexual



Menarca	Mama M2	
	Sim	Não
Sim	<b>Pós-púbere:</b> provavelmente o jovem já completou o estirão e a maturação	Normalmente não ocorre
Não	<b>Púbere:</b> iniciou, mas provavelmente não completou o estirão	<b>Pré-púbere:</b> não iniciou o estirão

Voz adulta	Genitália em G3	
	Sim	Não
Sim	<b>Pós-púbere:</b> provavelmente o jovem já completou o estirão e a maturação	Normalmente não ocorre
Não	<b>Púbere:</b> iniciou, mas provavelmente não completou o estirão	<b>Pré-púbere:</b> não iniciou o estirão

# Percentual de gordura adolescentes

## Se somatória de dobras menor ou igual a 35mm:

### Sexo masculino (raça branca)

Pré-púberes:  $1,21 (Tr + Se) - 0,008 (Tr + Se)^2 - 1,7$

Púberes:  $1,21 (Tr + Se) - 0,008 (Tr + Se)^2 - 3,4$

Pós-púberes:  $1,21 (Tr + Se) - 0,008 (Tr + Se)^2 - 5,5$

### Sexo masculino (raça negra)

Pré-púberes:  $1,21 (Tr + Se) - 0,008 (Tr + Se)^2 - 3,2$

Púberes:  $1,21 (Tr + Se) - 0,008 (Tr + Se)^2 - 5,2$

Pós-púberes:  $1,21 (Tr + Se) - 0,008 (Tr + Se)^2 - 6,8$

### Sexo feminino

$1,33 (Tr + Se) - 0,013 (Tr + Se)^2 - 2,5$

## Se somatória de dobras maior do que 35 mm:

Sexo masculino:  $0,783 (Tr + Se) + 1,6$

Sexo feminino:  $0,546 (Tr + Se) + 9,7$

Fonte: Adaptado de Heyward (2000)<sup>25</sup>

*Pré-púberes:* estágio 1 e 2;  
*Púberes:* estágio 3  
*Pós-púbere:* estágio 4 e 5 de Tanner.

Slaughter et al, 1988

# Interpretação dos percentuais de gordura corporal para crianças e adolescentes

	<b>MENINOS</b>	<b>MENINAS</b>
Muito Baixo	< 5	< 12
Baixo	5 – 10	12 - 15
Ótimo	11 – 20	16 -25
Moderadamente Alto	21 – 25	26 - 30
Alto	26 – 31	31 - 36
Muito Alto	> 31	> 36

Fonte: adaptado de Houtkooper (1996)<sup>29</sup>

# Exemplo de predição da composição corporal por fórmulas preditivas

Mulher, 28 anos, peso corporal= 63,4Kg

DCT= 22,0mm; DCSE=14,3mm;DCSI=15,3mm;  
DCB=9,3mm

DC (Durnin & Womersley, 1974)

$= 1,1599 - 0,0717 * \log_{10}(\sum 4 \text{ Dobras})$

DC= 1,03099185

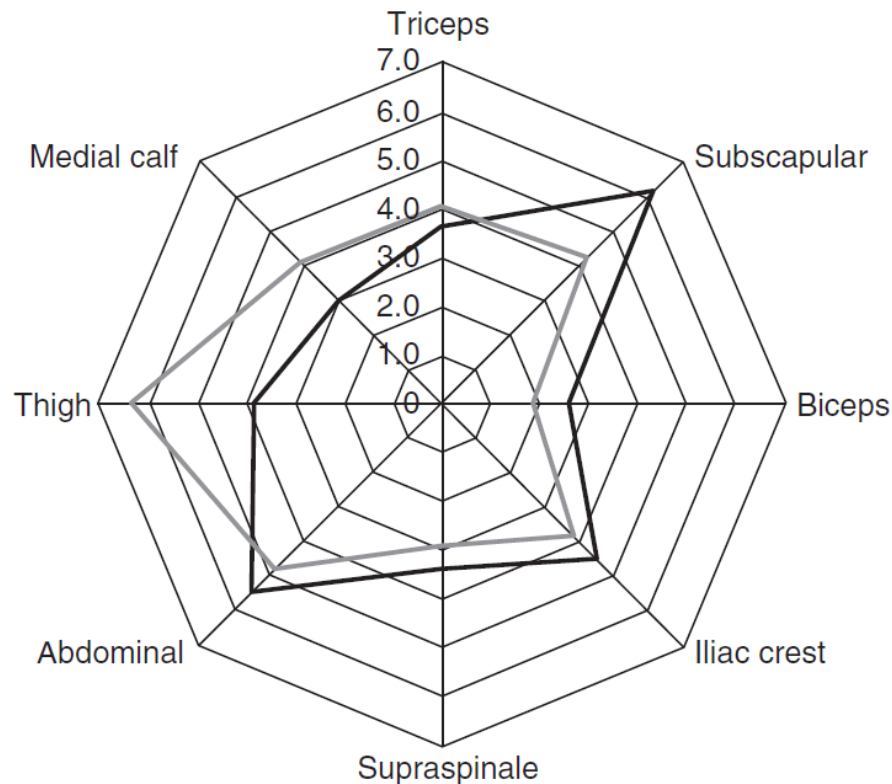
% Gordura (Lohman, 1986)

$= (503/D) - 459 = 28,8\%$

# Exemplo de predição da composição corporal por fórmulas preditivas

- Classificação do percentual de gordura (Jackson; Pollock, 1978; Jackson et al, 1980)= REGULAR
- Peso da gordura
  - 63,4Kg \_\_\_\_\_ 100,0%
  - X \_\_\_\_\_ 28,8%
  - X= 18,25Kg
- Peso da massa magra = 63,4Kg-  
18,25Kg= 45,14Kg

Possibilidades:  
mapa de dobras  
cutâneas  
ilustrando  
magreza extrema  
em atletas de elite  
homens (linha  
escura) e  
mulheres (linha  
cinza) com  
somatória similar  
de dobras (mm)



Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen Jet al. Current status of body composition assessment in sport: review..... Sports Med. 2012;42:227-49.



# Composição corporal média de diferentes modalidades

Sport	Sex	n	Weight (kg) <sup>b, c</sup>	Height (cm) <sup>b, c</sup>	BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>b, c</sup>	n	∑7SKF (mm) <sup>b, c</sup>	Arm MC <sup>a</sup> (cm) <sup>b, c</sup>	Thigh MC <sup>a</sup> (cm) <sup>b, c</sup>	Calf MC <sup>a</sup> (cm) <sup>b, c</sup>
1. Archery and Shooting	female	4 <sup>#</sup>	58.3 <sup>a</sup>	162.7 <sup>a</sup>	22.0	4 <sup>#</sup>	143.9 <sup>a</sup>	20.5 <sup>a</sup>	40.6 <sup>a</sup>	32.5 (31.2; 33.9) <sup>a</sup>
	male	9	73.1 (65.4; 80.8)	177.6 (174.4; 180.8)	23.2 (20.5; 26.0)	9	91.6 (69.2; 114.1)	26.0 (24.0; 27.9)	44.3 (42.6; 45.9)	33.0 (31.7; 34.3)
2. Athletics	female	32	59.1 (56.8; 61.4) <sup>a</sup>	166.3 (164.1; 168.6) <sup>a</sup>	21.3 (20.8; 21.8) <sup>a</sup>	25	71.4 (61.1; 81.6) <sup>a</sup>	22.6 (21.9; 23.3) <sup>a</sup>	46.4 (45.0; 47.9) <sup>a</sup>	30.7 (29.5; 31.9) <sup>a</sup>
	male	30	73.9 (71.5; 76.3)	182.1 (180.1; 184.2)	22.3 (21.7; 22.8)	23	46.6 (41.6; 51.6)	27.1 (26.3; 27.9)	51.2 (49.6; 52.8)	35.9 (35.0; 36.9)
3. Basketball	female	43	68.9 (66.0; 71.7) <sup>a</sup>	176.7 (174.2; 179.3) <sup>a</sup>	22.0 (21.4; 22.6)	39	126.8 (114.8; 138.7) <sup>a</sup>	21.8 (21.2; 22.3) <sup>a</sup>	45.9 (44.9; 46.8) <sup>a</sup>	31.8 (30.9; 32.7) <sup>a</sup>
	male	47	81.9 (78.8; 85.0)	190.6 (187.7; 193.5)	22.5 (21.9; 23.1)	46	73.3 (66.3; 80.3)	27.1 (26.4; 27.7)	50.8 (49.8; 51.8)	34.9 (33.5; 36.3)
4. Fencing	female	4 <sup>#</sup>	61.7 <sup>a</sup>	166.3 <sup>a</sup>	22.3	4 <sup>#</sup>	121.5 <sup>a</sup>	20.7 <sup>a</sup>	45.3 <sup>a</sup>	30.4 <sup>a</sup>
	male	12	72.6 (68.0; 77.1)	180.0 (176.4; 183.6)	22.4 (21.3; 23.5)	12	63.8 (49.9; 77.7)	25.0 (24.2; 25.9)	52.3 (50.4; 54.2)	33.4 (32.3; 34.6)
5. Gymnastics	female	18	53.2 (50.4; 56.0) <sup>a</sup>	160.7 (157.4; 164.1) <sup>a</sup>	20.6 (19.8; 21.4) <sup>a</sup>	18	91.4 (79.9; 103.0) <sup>a</sup>	21.1 (20.2; 22.0) <sup>a</sup>	45.4 (43.4; 47.4)	29.7 (28.7; 30.7) <sup>a</sup>
	male	20	65.9 (62.7; 69.1)	169.9 (167.1; 172.7)	22.9 (21.6; 24.1)	20	58.5 (49.1; 68.0)	26.8 (25.9; 27.8)	45.2 (43.6; 46.7)	34.4 (33.6; 35.1)
6. Handball	female	4 <sup>#</sup>	67.9 <sup>a</sup>	167.3 <sup>a</sup>	24.2	4 <sup>#</sup>	128.1 <sup>a</sup>	24.2 <sup>a</sup>	49.2	30.7 <sup>a</sup>
	male	37	83.7 (80.1; 87.3)	183.4 (181.4; 185.5)	24.8 (24.0; 25.7)	20	86.7 (72.0; 101.3)	27.7 (26.7; 28.8)	48.9 (47.3; 50.6)	35.4 (34.5; 36.4)
7. Hockey Rink	female	0	NA	NA	NA	0	NA	NA	NA	NA
	male	49	74.9 (72.6; 77.2)	174.8 (173.4; 176.3)	24.5 (23.8; 25.2)	48	80.7 (72.6; 88.9)	26.4 (25.8; 27.1)	49.2 (48.3; 50.1)	34.9 (34.1; 35.8)
8. Korfball	female	9	58.5 (54.0; 63.1) <sup>a</sup>	162.4 (155.7; 169.1) <sup>a</sup>	22.2 (20.7; 23.7)	9	114.5 (90.1; 138.9) <sup>a</sup>	20.9 (20.4; 21.5) <sup>a</sup>	40.0 (38.0; 42.0) <sup>a</sup>	36.3 (35.5; 37.1) <sup>a</sup>
	male	11	72.3 (67.1; 77.5)	181.2 (177.1; 185.4)	22.0 (20.6; 23.4)	11	61.7 (49.6; 73.8)	25.3 (23.6; 27.0)	45.4 (43.9; 46.9)	35.7 (34.5; 36.8)
9. Modern Pentathlon	female	9	60.8 (53.6; 68.1) <sup>a</sup>	170.6 (165.6; 175.7) <sup>a</sup>	20.8 (18.8; 22.9)	8	87.0 (64.2; 109.9) <sup>a</sup>	21.8 (20.1; 23.5) <sup>a</sup>	44.7 (43.4; 46.0) <sup>a</sup>	31.3 (30.3; 32.3) <sup>a</sup>
	male	14	69.0 (64.2; 73.7)	176.9 (173.8; 179.9)	22.1 (20.6; 23.5)	14	56.3 (45.9; 66.7)	26.7 (25.4; 28.0)	50.5 (46.1; 54.9)	34.6 (33.5; 35.8)
10. Motorsport	female	0	NA	NA	NA	0	NA	NA	NA	NA
	male	7 <sup>#</sup>	73.9	175.5	23.9	7 <sup>#</sup>	81.9	26.3	49.3	34.0
11. Other combat sports	female	15	59.0 (55.5; 62.5) <sup>a</sup>	162.8 (159.3; 166.4) <sup>a</sup>	22.3 (21.0; 23.5)	11	107.3 (80.8; 133.8) <sup>a</sup>	22.6 (21.4; 23.7) <sup>a</sup>	44.7 (42.8; 46.6) <sup>a</sup>	28.5 (26.4; 30.6) <sup>a</sup>

Santos DA, Dawson JA, Matias CN et al. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. PLoS One. 2014;9:e97846.

## Bioimpedância Elétrica

## Considerações em nutrição esportiva

Cuidados especiais quanto ao momento da medida: período de manipulação dietética pré-treino; período de treinamentos extenuantes, etc

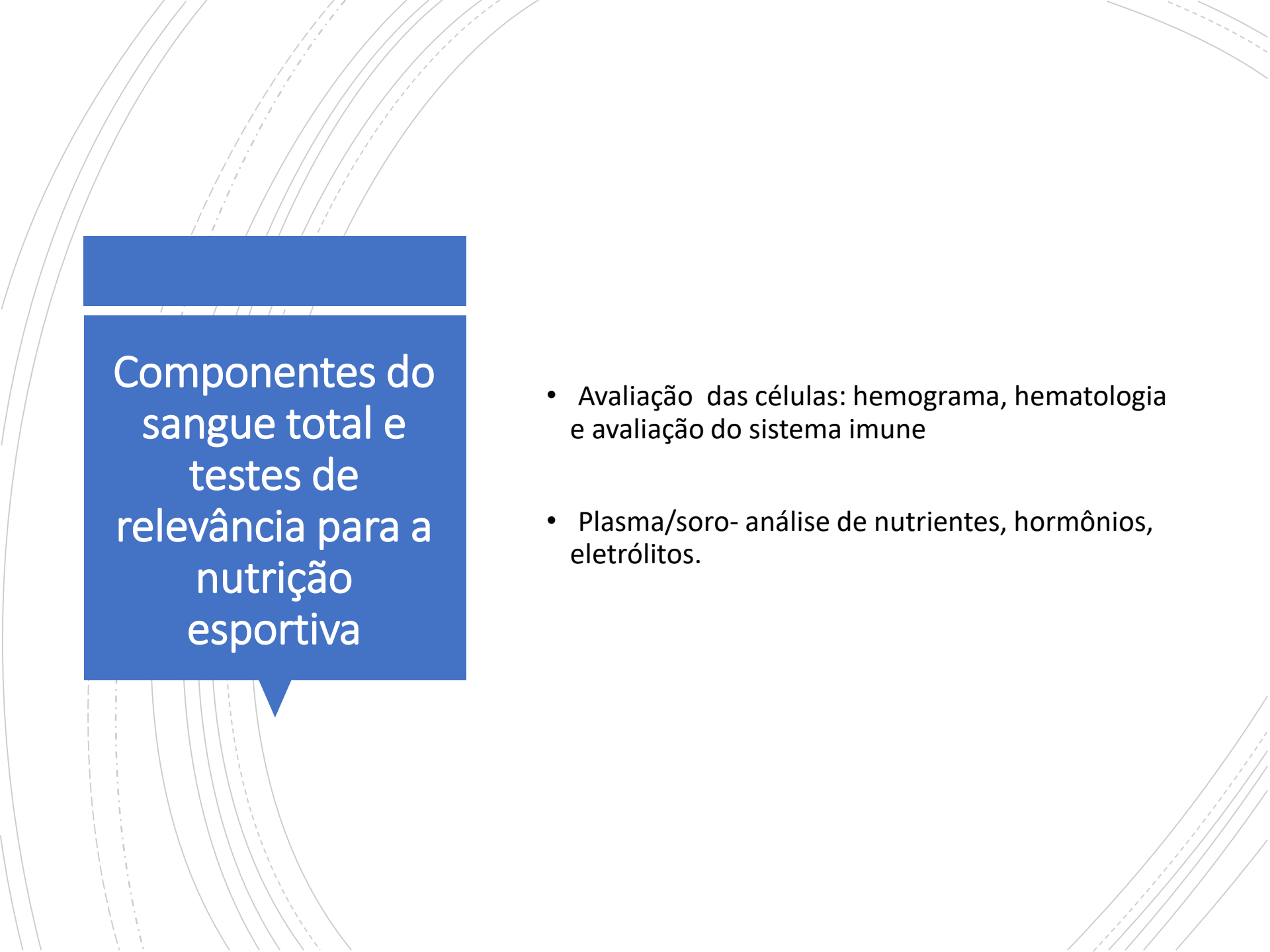
A análise do ângulo de fase pode trazer resultados bem mais interessantes do que as fórmulas preditivas convencionais!



# Avaliação | bioquímica |

# Avaliação bioquímica do estado nutricional

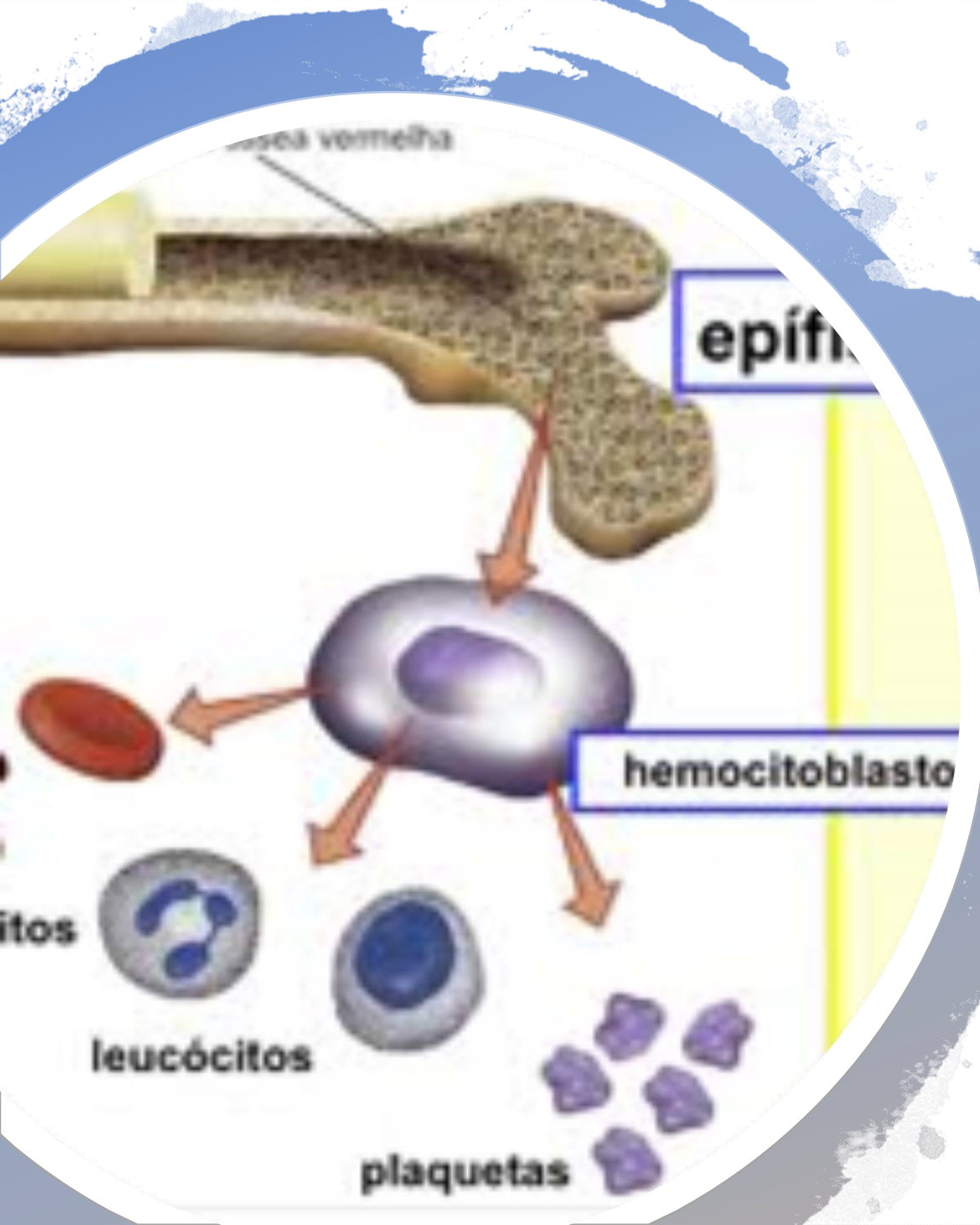
- ✓ **Detecção subclínica de deficiências**
- ✓ **Dado importante para discussão sobre necessidades de suplementação**
- ✓ **Geralmente complementa o diagnóstico hipotetizado por outros métodos (principalmente consumo alimentar)**
- ✓ **Sub ou superestimativa da ingestão de nutrientes é relativamente comum em atletas, e portanto muitas vezes o exame bioquímico esclarece dúvidas.**



Componentes do  
sangue total e  
testes de  
relevância para a  
nutrição  
esportiva

- Avaliação das células: hemograma, hematologia e avaliação do sistema imune
- Plasma/soro- análise de nutrientes, hormônios, eletrólitos.

# HEMOGRAMA



# Série vermelha: Avaliação do estado nutricional em Ferro no esporte

Perdas no suor- 0,3mg/L de suor

- Transpiração do atleta pode chegar a 2L (1,2 mg de Ferro)

Perdas intestinais de maratonistas- baixa ferritina em atletas de endurance

Estresse muscular e hemólise- hemoglobinúria e mioglobinúria pós exercício

# Estágios da Depleção de Ferro

Estágio	Termo descritivo	Teste Bioquímico indicado
Primeiro	Depleção das reservas de ferro (sem sintomas clínicos, maior vulnerabilidade)	✓ Nível de ferritina sérica
Segundo	Deficiência de ferro sem anemia (início da sintomatologia)	✓ Saturação da transferrina ✓ Protoporfirina eritrocitária
Terceiro	Anemia ferropriva	✓ Hemoglobina ✓ Volume corpuscular



FONTE: FASEB, 1989. *Nutrition monitoring in the Nited States: na update report on nutrition monitoring*. Washington, DC: Department of Health and Human Services, Public Health Services.



### Valores de referência para células vermelhas para adultos

	Homens	Mulheres
Hemoglobina (g/L de sangue)	140-180	120-160
Hematócrito (%)	40-54	37-47
Contagem de células vermelhas ( $\times 10^{12}$ /L de sangue)	4.5-6.0	4.0-5.5

Ponto de corte para Ferritina Sérica: até 14 anos:  
10ug/L; acima de 14 anos: 12ug/L

Fonte: FASEB 1989. Nutrition Monitoring in USA; Ravel R. 1994. Clinical Laboratory Medicine

## Série Branca: Avaliação da imunocompetência



Lesões repetitivas



Atletas de endurance e  
infecções respiratórias



Ingestão alimentar que não  
supre as necessidades  
criadas pelo treino



Treinamento inadequado,  
sem intervalos apropriados  
de descanso

## Avaliação da imunocompetência

Exercício  
(intensidade)



Várias Alterações homeostáticas

Movimento do músculo respiratório e  
respiração

Débito Cardíaco  
Deslocamento dos  
linfócitos da  
vasculatura para o  
sangue periférico

Atividade simpática  
Aumento da adrenalina  
Linfócitos possuem  
receptores B adrenérgicos

Estresse oxidativo  
Mudanças na composição do Sangue Periférico

Proporção dos leucócitos em repouso  
60-80% - células T citotóxicas e T-helper  
20-40%- linfócitos B e NK

**No exercício- células B aumento 10X; Linfócitos T= 2X**

# Leucograma

	Percentil 5	Percentil 95
Leucócitos totais ( $\times 10^9$ células/L)	4,0	11,0
Neutrófilos ( $\times 10^9$ células/L)	2,0	7,5
Monócitos ( $\times 10^9$ células/L)	0,2	0,8
Linfócitos ( $\times 10^9$ células/L)	1,0	3,4
Eosinófilos ( $\times 10^9$ células/L)	0,0	0,4
Basófilos ( $\times 10^9$ células/L)	0,0	0,1

## IgA Salivar

- Classe de imunoglobulina predominante nas secreções corporais (saliva, lágrima, secreção brônquica, muco nasal, etc. )
- Mecanismo de defesa primária contra algumas infecções locais
- A concentração salivar de IgA tem sido utilizada em atletas como um parâmetro de avaliação da imunidade de mucosas
- Intervalo de normalidade para adultos: 6,0 mg/dL a 26,9 mg/dL.

# Proteína-C reativa (PCR) e estado inflamatório

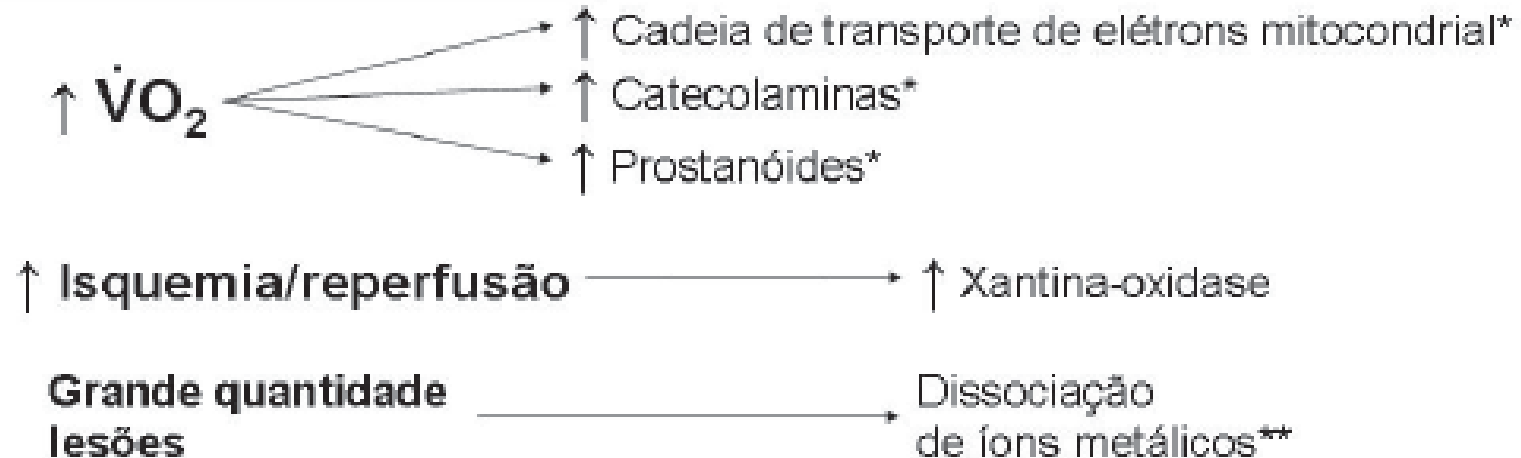
- Início da resposta inflamatória
- Concentração sérica aumenta aprox. 1000 vezes durante a inflamação aguda
- Se liga a vários patógenos

The background features a light gray gradient with several concentric circles of varying radii, some solid and some dashed, creating a ripple effect. A large, solid blue speech bubble is centered on the page, pointing downwards. The text "Estresse oxidativo" is written in white, sans-serif font inside the speech bubble.

Estresse oxidativo

# Exercício, proteólise, Inflamação, Estresse oxidativo

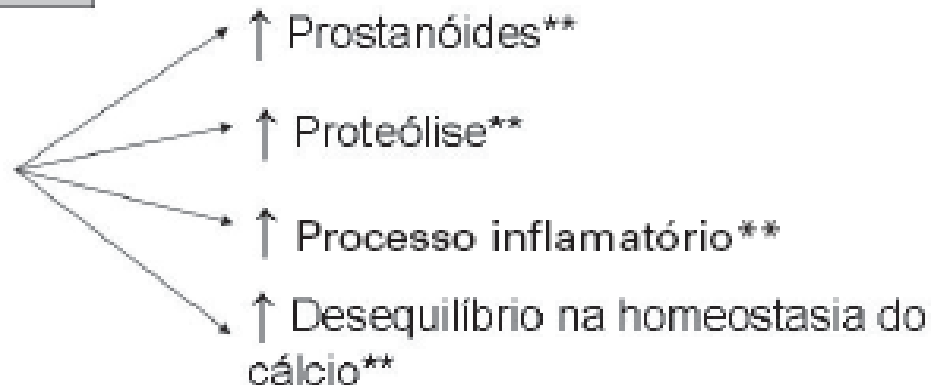
## Eventos durante o Exercício



## Eventos após o Exercício

(até 96 h após)

**Lesões às fibras musculares**  
(Trabalho mecânico)





# Estresse oxidativo: paradoxo do exercício

## Fator protetor, prevenção de doenças

- **Atividade Moderada (Frequência, Duração, Adequação)**
  - Equilíbrio entre os sistemas pró e antioxidantes
  - Múltiplas funções reguladoras (controle da expressão gênica, regulação de vias de sinalização, produção de força pelo músculo)

## Produção de substâncias que aumentam o risco de doenças

- **Atividade Intensa ou inapropriada para o grau de condicionamento**
  - Desbalanço entre os sistemas pró e antioxidantes
  - Danos a componentes celulares

# Marcadores do Estresse oxidativo

## 1. Oxidantes

Ânions superóxido  
Radical hidroxila  
Peróxido de hidrogênio  
Outros radicais

## 2. Antioxidantes

Glutationa  
Ascorbato  
Alfa-tocoferol

## 3. Produtos de oxidação

Carbonilas de proteínas  
Isoprostano  
Nitrotirosina  
8-OH-dG  
4-hidroxi-nonenal  
Malondialdeído

## 4. Balanço Antioxidante/pró oxidante

Taxa GSH/GSSH  
Estado redox da cisteína  
Estado tiol/dissulfeto  
Outros??

# Estado Nutricional em Proteínas

**Sinais clínicos de deficiência: perda de peso, perda muscular, fraqueza/cansaço muscular, edemas**

# Avaliação do estado nutricional em proteínas

Excreção urinária de creatinina

Estimativa da massa muscular

Albumina sérica

possível depleção  
por excesso de  
treinamento



Excreção de  
nitrogênio em 24h  
(Balanço Nitrogenado)  
Pode confirmar  
ingestão dietética

Pré-albumina

Retinol Binding  
Protein

Transferrina  
(proteína  
transportadora de  
ferro)

# Excreção urinária de creatinina

1g de creatinina – 18-20 Kg de músculo

98% no tecido muscular esquelético

Índice Creatinina altura (ICA) = creatinina de 24h  
(mg)/creatinina esperada (mg)

- > 80% = eutrofia
- 60-80% = depleção leve
- 40-60% = depleção moderada
- < 40% = depleção severa

# Balanço Nitrogenado

- ✓ **Método satisfatório de avaliar as variações da composição corporal**
- ✓ **Fatores que devem ser considerados**
  - condição clínica**
  - consumo protéico e energético**

$$\text{BN} = \text{N (ingerido)} - \text{N (excretado)} \text{ (urina, fezes, pele, cabelos e outros)}$$

## Concentração de Albumina

	Deficiente (alto risco)	Baixo (médio risco)	Aceitável (baixo risco)
Crianças (0-11 meses)	-	< 2.5	≥2.5
1-5 anos	< 2,8	< 3.0	≥3.0
6-17 anos	< 2.8	< 3.5	≥3.5
Adultos	< 2.8	2.8-3.4	≥3.5
Gestantes, 1º trimestre	< 3.0	3.0-3.9	≥4.0
Gestantes, 2º e 3º trimestres	< 3.0	3.0-3.4	≥3.5

# Parâmetros para avaliação de proteínas viscerais para adultos

Parâmetro	Sem déficit	Deficit baixo	Deficit moderado	Deficit Severo
Transferrina (mg/dL)	> 200	150-200	100-150	< 100
RBP (mg/dL)	2,6-7,6	-	-	-
Pré-albumina (mg/dL)	15,7-20,6	10-15	5-10	< 5

(Grant et al, 1981).



# Outras análises principalmente para detectar



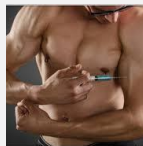
Treinamento inadequado/  
recuperação insuficiente



Desbalanços alimentares



Usos inapropriados de  
suplementos



Uso de anabolizantes?

# Creatinoquinase - CK



- Marcador sensível, mas inespecífico de lesão muscular
- Substâncias liberadas pelo músculo lesado: mioglobina (primeira a ser liberada, pequeno peso molecular) e CPK.
- CK -liberada na circulação frente a praticamente qualquer isquemia, lesão ou inflamação muscular.
- A atividade basal em indivíduos saudáveis depende fortemente da massa muscular corporal e também da atividade física.
- Pessoas magras sedentárias: 30 a 50 U/litro
- Praticantes de exercícios físicos regulares podem apresentar níveis constantes na faixa de 500 a 1.000 U/litro.
- Maratonistas geralmente apresentam níveis superiores a 1.000 até 2.000 U/litro em repouso.

TGO/AST

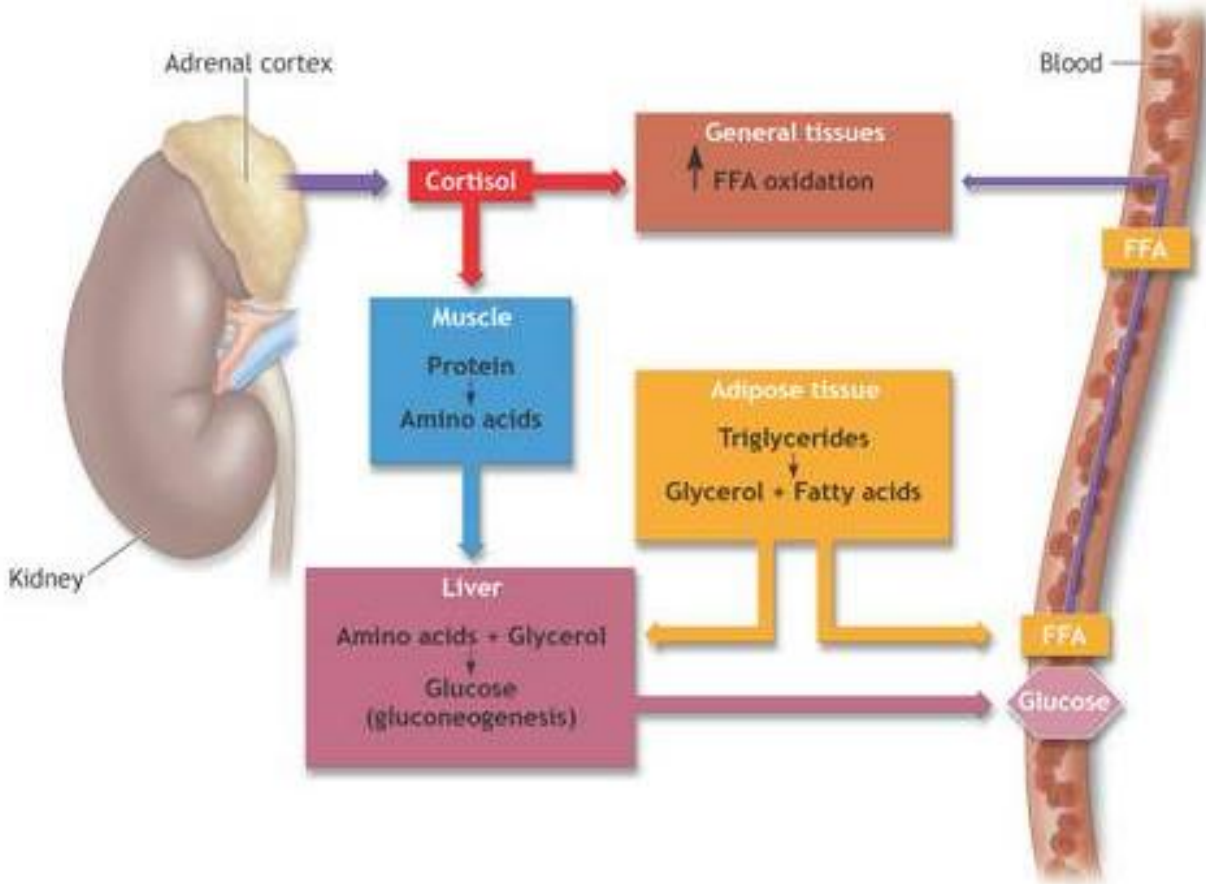
TGP/ALT

- Essenciais para a produção de energia no ciclo de Krebs

Enzimas liberadas no sangue em grandes quantidades quando há dano à membrana do hepatócito, resultando em aumento da permeabilidade.

- **Normal**
- TGO = até 40 UK
- TGP = até 30 UK

# Cortisol= papel no metabolismo energético



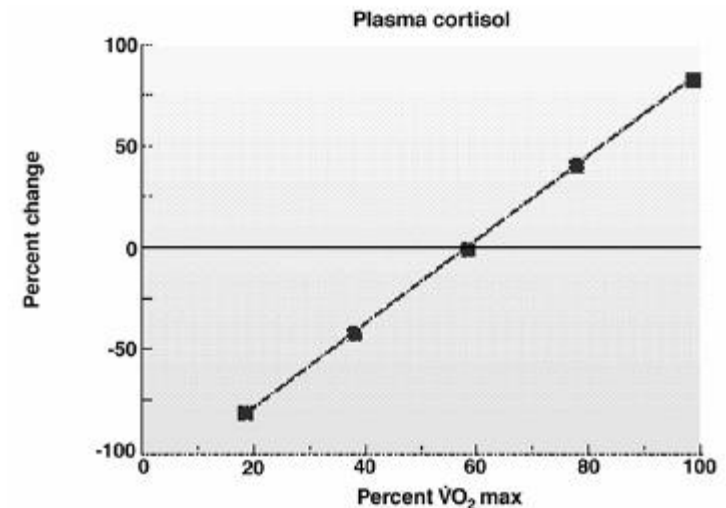
## Cortisol Plasmático Durante o Exercício

- Exercício de baixa intensidade
  - Concentração Plasmática de cortisol *diminui*
- Exercício de alta intensidade
  - Concentração Plasmática de cortisol *umenta*

Recuperação adequada: remoção do cortisol (entre outras recuperações)

Importante no metabolismo energético durante o exercício

## Resposta do Cortisol Plasmático Durante o Exercício



## Marcador do estresse do exercício

- No soro
- Na saliva



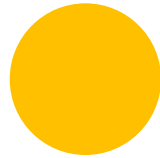
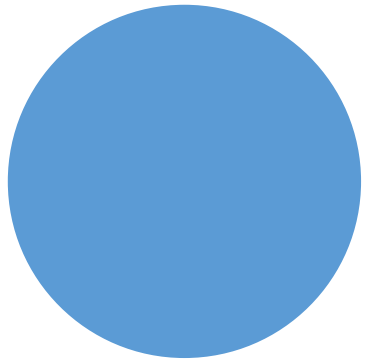
Avaliação clínica



# Investigação clínica

Body System	Expected Outcome	Signs of Malnutrition	Other Possible Non-nutritional Causes
Scalp hair	Shiny, firm in scalp	Easily pluckable (PEM), sparse hair (protein, biotin, zinc), transverse depigmentation of hair (cyclic PEM, rare), corkscrew hairs (copper, vitamin C), dry, coarse, receding hairline (iodine)	Excess bleaching, coloring; chemotherapy or radiation therapy
Eyes	Bright, clear conjunctive covering white sclera, eyes adjust easily to light	Pallor (pale color) of conjunctiva (iron); spots, dryness, night blindness (vitamin A)	Allergies, non-nutritional anemia
Lips	Smooth, pinkish	Dry, cracked or with sores in corners (e.g., angular cheilosis) (B vitamins)	Sunburn, windburn, lip licking, excessive salivation
Mouth	Pinkish-red tongue (without swelling), sense of taste, gums without bleeding, swelling or pain, teeth with normal enamel and without spotting	Glossitis, general (folate, B6), scarlet, raw or “beefy” tongue (riboflavin, niacin, B6, folate, vitamin B12); slick tongue/atrophic lingual papillae (riboflavin, niacin, folate, vitamin B12), protein, iron, lack of taste (zinc), bleeding, retracted gums (vitamin C), white spots or mottling of teeth (excess fluoride)	Certain medication side effects, poor dental hygiene, periodontal disease
Neck	No enlargements of parotid or thyroid glands	Thyroid nodule or enlarged thyroid (iodine, selenium), enlarged parotid (PEM, bulimia)	Goiter from non-nutritional cause; mumps, stones, tumors
Nails	Smooth, firm, pinkish-color	Pallor of nail beds, spoon-shaped nails (iron, possibly B12, folate), transverse ridging (PEM)	Exposure of nails to damaging chemicals
Skin	Smooth, firm, good color	Reduced skin turgor (dehydration, inadequate fluid intake), dry rough, (iodine) with lack of fat under skin (essential fatty acids, PEM, B vitamins), scaling (essential fatty acids, vitamin A, zinc), pigmentation, desquamation of sun-exposed areas (niacin), skin rash (niacin, B6), dermatitis, general (B vitamins), follicular hyperkeratosis (vitamins A and C), perifollicular petechiae (vitamin C), easy bruising/purpura (vitamin C and K), cellophane appearance (PEM), poor healing of cuts and wounds (PEM, vitamin C, zinc), skin peeling (excess vitamin A)	Non-nutritional dermatitis or skin rash, poor skin care, diabetes mellitus, medication side effects, aging
Bones and joints	Normal anatomy	Unexplained joint pain, bending of ribs, epiphyseal swelling, bow legs (vitamin D)	
Neuromuscular	Normal musculature with no pain or neuromuscular dysfunction	Unexplained muscle pain (vitamin D), unexplained weakness (PEM, magnesium, phosphorus, vitamin D), undue pain with sternal or tibial pressure (vitamin D), muscle cramping, tetany (magnesium, calcium), myopathy (vitamin E), peripheral neuropathy (e.g., weakness, paresthesia, ataxia), decreased tendon reflexes, fine tactile, vibratory and position sense (thiamine, B12, excess or insufficient pyridoxine, vitamin E), spinocerebellar ataxia (vitamin E)	Injury, neuromuscular disorders
Neurological	Normal	Headache (vitamin A excess, dehydration), dementia (niacin, vitamin B12), peripheral, vibratory sense and position sense (thiamine, B12, excess or insufficient pyridoxine, vitamin E); general neurological dysfunction (vitamin E)	Non-nutritional neurological conditions, aging

- Importante acréscimo à investigação clínica do atleta
- Cansaços anormais nos treinos/ competições
- Transtornos de sono
- Perdas de peso não intencionais
- Edemas



**FIM DA** |  
**SEGUNDA AULA** |