

Fisiologia do Trabalho (Exercício) Atividade física e saúde

Profª Drª Neiva Leite
neivaleite@gmail.com

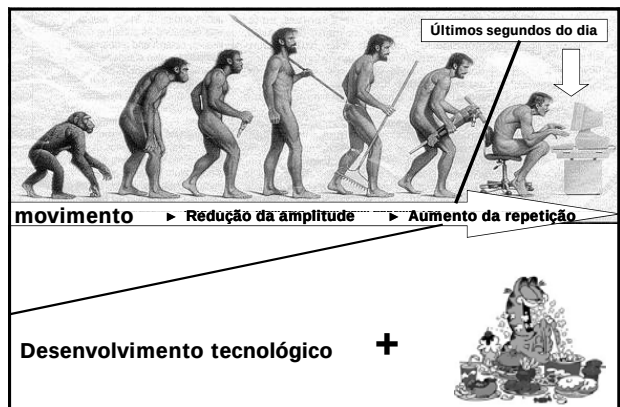
Objetivos

- Identificar as respostas fisiológicas do trabalho e do exercício físico (EF)
- Destacar os benefícios da prática regular de EF, em todas as faixas etárias, desenvolvendo um estilo de vida saudável individual e familiar, dentro e fora da empresa.



Conteúdo Programático

- Estilo de Vida Saudável
- Bioenergética
 - Substratos energéticos
 - Escolha de alimentos
 - Índice Glicêmico
- Fisiologia Muscular
- Rotas Metabólicas



Utilização da Tecnologia

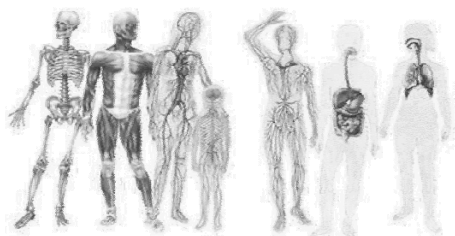


Ciclo Vicioso

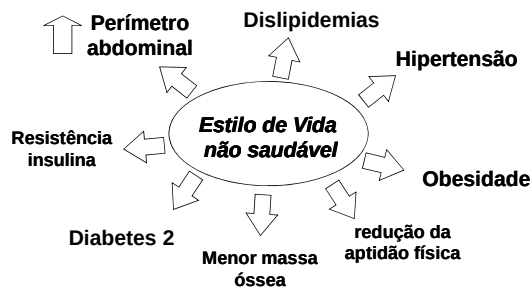


Corpo Humano

Problemas nos Sistemas

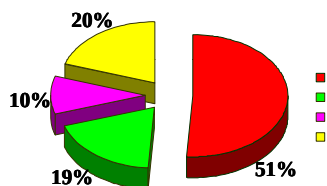


Hábitos Diários



FERRANTI, S.D. et al. Prevalence of the Metabolic Syndrome in American Adolescents. *Circulation*, v. 110, p.2494-2497, 2004

Influência de Diferentes Fatores de Risco de Morte



Haskell, W.

O que é sedentarismo?

- É o gasto energético total menor que 1000 kcal/semana na execução das atividades físicas

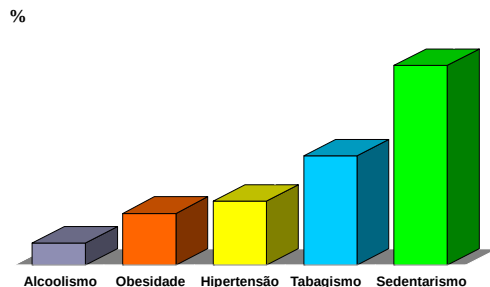
BLAIR, S.N.; KOHL, H.W.; GORDON, N.F.; PAFFENBARGER, R.S. How much physical activity is good for health? *Annu. Rev. Publ. Health*, v. 13, p.99-126, 1992

Inatividade Física

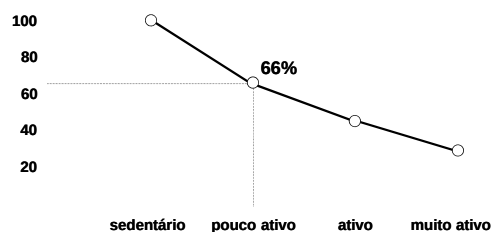
- Maior fator de risco para doença cardíaca
- Risco maior do que a elevação do colesterol, tabagismo e hipertensão

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *ACSM'S Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 5ª EDITION, 2006

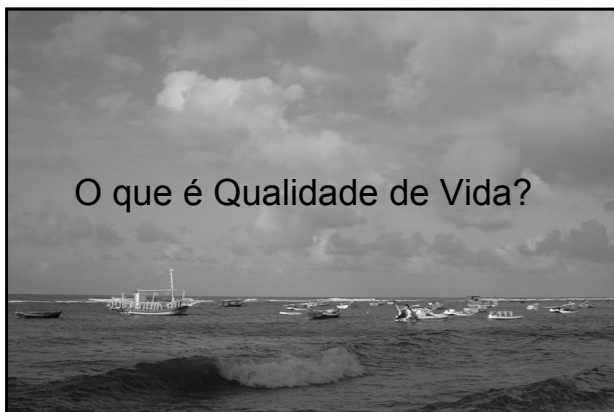
Prevalência de Fatores de Risco no Estado de São Paulo



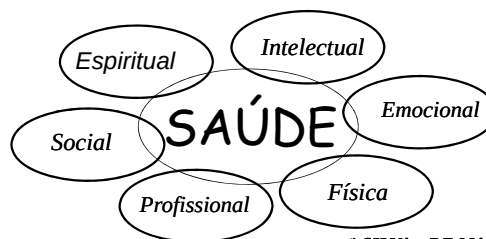
Risco de morte (%) por doenças cardiovasculares segundo o nível de atividade física



O que é Qualidade de Vida?



QUALIDADE DE VIDA



* SILVA e DE MARCHI, 1998

ESTILO DE VIDA

Parâmetros Sócio-Ambientais

Moradia
Transporte
Segurança
Assistência Médica
Opções de Lazer
Educação
Meio-Ambiente
entre outros...

Qualidade de Vida

Parâmetros Individuais

Hereditariedade
Estilo de Vida:
- Hábitos alimentares
- Controle do Estresse
- Atividade Física Habitual;
- Relacionamentos;
- Comportamento Preventivo;

Nahas, MV. Atividade Física, Saúde e Qualidade de Vida. 2002

Estilo de Vida Saudável

- ▶ Incentivo aos Programas de Atividades Físicas Regulares desde a infância e para a vida toda = Estilo de vida ativo
 - Prevenção primária de doenças
- ▶ Programas de Reabilitação
 - Prevenção secundária e terciária
 - Melhora funcional e psicológica

NÓBREGA et al (1999) Rev Bras Med Esporte, 5 (6): 207-211

ESTILO DE VIDA SAUDÁVEL

- **Alimentação:**
 - Escolher os alimentos saudáveis
 - Conhecer a composição dos alimentos
 - Identificar o valor calórico (kcal) dos alimentos
 - Diferenciar Diet de Light
- **Estilo de vida ativo:**
 - Aumentar o gasto calórico
 - Romper c/ o ciclo vicioso do sedentarismo

Alimentação saudável

- Alimentos de Baixo Índice Glicêmico



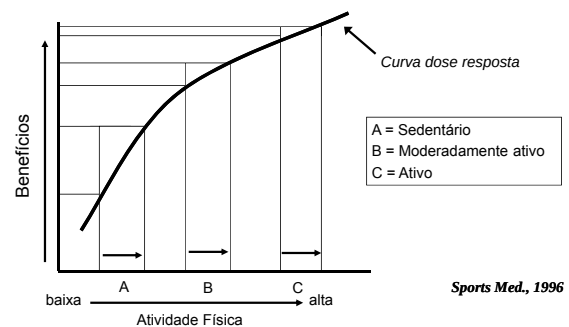
O quanto de atividade física é suficiente para a saúde?

- Para diminuir o risco de morte - o ideal é gastar mais do que 2000 kcal/ semana em atividades físicas

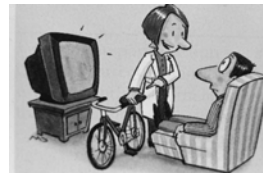
AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE ACSM'S Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 5ª EDITION, 2006

- **EX: Caminhada = 6,4 km/h ou 4 mph**
⇔ 400kcal/h e em 5 dias = totaliza 2000 kcal/sem

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE ACSM'S Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 5ª EDITION, 2006



Atividades Físicas e Exercícios Físicos têm o mesmo significado?



- **Atividade Física (AF) = Todo e qualquer movimento humano**
 - Atividades de vida diária
 - Deslocamentos
 - Lazer
 - Exercício físico

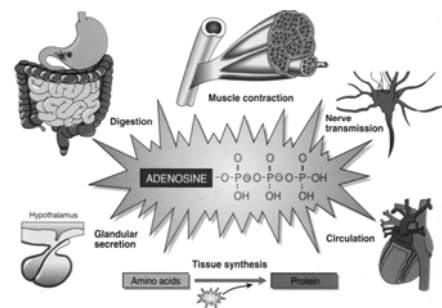
- **Exercício Físico (EF) = Atividade física programada**



Orientação de exercícios físicos

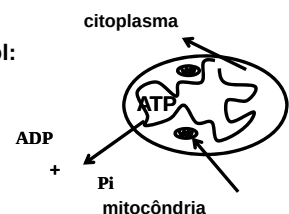
- Estilo de vida saudável
- Revisão da fisiologia do exercício
 - Metabolismo aeróbio
 - Metabolismo anaeróbio
 - Sistema muscular
 - Sistema cardiorrespiratório

ADENOSINA TRIFOSFATO - ATP



FONTES ENERGÉTICAS

- **Glicídios - Carboidratos:**
 - Glicose
 - Glicogênio
- **Lipídios - Triacilglicerol:**
 - Ácidos graxos
 - Glicerol
- **Proteínas:**
 - Aminoácidos



FONTES ENERGÉTICAS

Glicídios:

- São compostos orgânicos constituídos de carbono, hidrogênio e oxigênio;
- Armazenados sob a forma de glicogênio
 - Denominados de carboidratos ou açúcares;
 - Sua principal função é energética, mas também é estrutural;
 - Ex: glicose, galactose e frutose = $C_6H_{12}O_6$

FONTES ENERGÉTICAS

Lipídios:

- Substâncias hidrofóbicas, constituídas de carbono, hidrogênio e oxigênio
- Armazenados no tecido adiposo (ácidos graxos + glicerol)
 - São denominados de gorduras;
 - Sua principal função é energética, mas também é estrutural (membranas celulares, hormônios, vitaminas etc.)

FONTES ENERGÉTICAS

Protídios:

- Formados de carbono, hidrogênio e oxigênio. Apresentam também nitrogênio (16% da molécula) junto com o enxofre, fósforo e ferro.
 - A principal função é a estrutural (plasma, vísceras e músculos)
 - Outras funções como: metabolismo, transporte e formação de hormônios.

FONTES ENERGÉTICAS

Glicogênio

- Polímero de glicose;
- Armazenamento de carboidratos
 - fígado: níveis de glicose no sangue
 - músculo esquelético: contração muscular
- Visualização na microscopia eletrônica como partículas densas, isométricas, de contorno irregular;
- Glicemia → 60 – 99 mg / 100ml de sangue.

FONTES ENERGÉTICAS

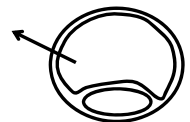
Lactato ou ácido láctico

- Produzido durante a glicólise anaeróbia, a partir do ácido Pirúvico (citoplasma)
- Reação reversível: reutilizável pelas células ácido láctico $\leftrightarrow$ ácido pirúvico (ação das enzimas LDH)
- No fígado: o lactato é resintetizado como glicose e redistribuído para os tecidos.
- A dor muscular tardia está relacionada com lesão muscular e não com o lactato.

FONTES ENERGÉTICAS

Tecido Adiposo

- Depósito de gordura:
 - continuamente mobilizado e renovado.
 - ex: 10% de gordura no corpo de um indivíduo médio corresponde aproximadamente a 40 dias de reserva de energia;
- Triglicerídios = Ácidos graxos + glicerol
 - O triglicerídio libera ácidos graxos e glicerol quando há necessidade de energia.
 - O glicerol entra no ciclo dos CHO e pode resintetizar a glicose;



PERCENTUAL DE GORDURA

Classificação do Percentual de Gordura

	Homens	Mulheres
Magro	< 8 %	< 15 %
Ótimo	8 - 15 %	13 - 20 %
Ligeiro Sobrepeso	16 - 20 %	21 - 25 %
Sobrepeso	21 - 24 %	25 - 32 %
Obeso	> 25 %	> 32 %

- Classificação conforme WILMORE, 1982; FLECS, 1983; LOHMAN, 1987.

Aptidão Física

- Capacidade que o indivíduo tem para trabalhar com eficiência
- Capacidade de executar as atividades diárias com energia e prontidão
- **Fitness** = prontidão, aptidão física
 - Relaciona-se com a saúde mental, social e física

APTIDÃO FÍSICA

SAÚDE	HABILIDADES ESPORTIVAS
RESISTÊNCIA CARDIORESPIRATÓRIAS	AGILIDADE
COMPOSIÇÃO CORPORAL	EQUILÍBRIO
FLEXIBILIDADE	VELOCIDADE
FORÇA E RESISTÊNCIA MUSCULAR	POTÊNCIA VELOCIDADE DE REAÇÃO

Barbanti, 1990

Qual é o melhor TIPO de exercício físico?

Tipos de Exercícios

- **Aeróbios**
 - Caminhada
 - Ciclismo
 - Corrida
 - Natação
 - Remo
 - ...
 - **Anaeróbios**
 - Exercícios Localizados
 - Corrida
 - Natação
 - Futebol
 - ...
- ↔ ? ↔
- Alongamento
 - Relaxamento

Biópsia muscular

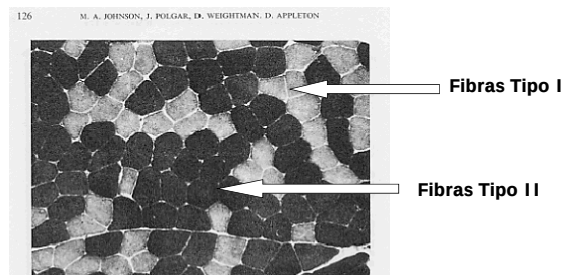
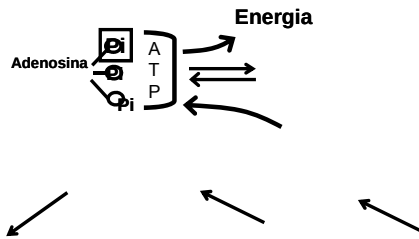


Fig. 5. Rectus femoris (lateral head) from post-mortem No. 2 (myofibrillar ATPase preparation, $\times 150$). Note the close adherence to a hexagonal lattice array in some areas of the section. The mean Type II fibre percentage is c. 20% for this muscle.

Ressíntese de ATP



PRODUÇÃO DE ENERGIA DURANTE O EXERCÍCIO

Contração Muscular

ATP → ADP + P = Energia Química

Trabalho 25%

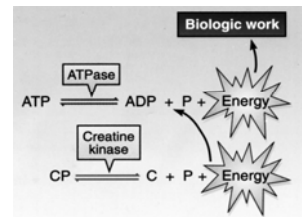
Calor 75%

Sistemas Energéticos

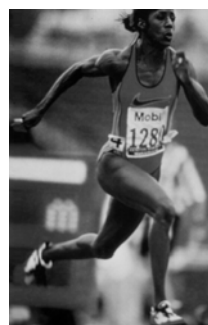
- 3 sistemas ⇒ agem de forma contínua e interligada desde o repouso até o esforço máximo
 - Fontes imediatas de energia
 - ATP e ATP-CP
 - Fontes energéticas não oxidativas
 - Mecanismo anaeróbio
 - Fontes energéticas oxidativas
 - Mecanismo aeróbio

1. Fontes Imediatas de Energia

- ATP :7,3kcal por mol
- Sistema creatina fosfato (CP)
 - Não necessita O_2
 - Sistema alático
 - Rápido (2 reações enzimáticas)
 - Energia para 5-10s
 - AF curtas e intensas

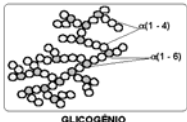


Metabolismo anaeróbio alático



2. Fontes Rápidas de Energia

- Glicogênio muscular
- Glicogênio hepático
- Glicose circulante
- 12 reações enzimáticas
- 3 ou 2 ATP/mol
- Limitado (sem $O_2 \Rightarrow$ ác. láctico)
- 10 % energia do glicogênio
- AF de alta potência e curta duração – 1 a 2 min

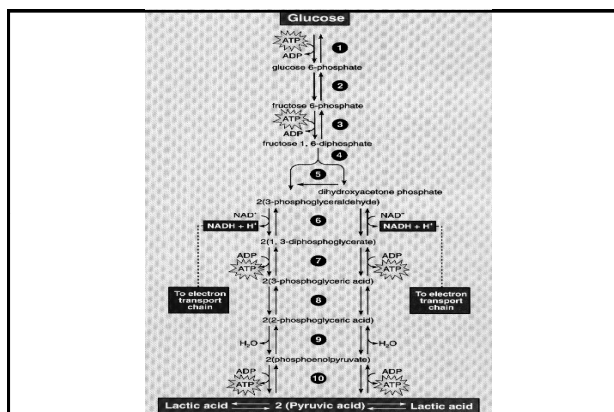


Metabolismo anaeróbico láctico

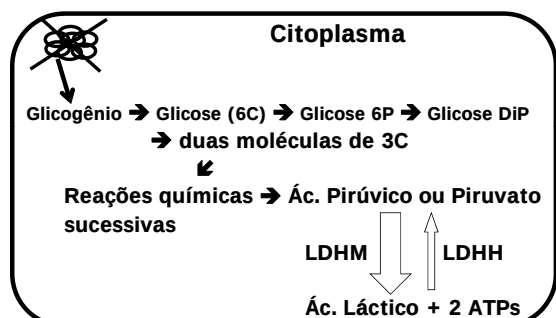
FONTES ENERGÉTICAS

Glicogênio

- Polímero de glicose;
- Armazenamento de carboidratos
 - fígado: níveis de glicose no sangue
 - músculo esquelético: contração muscular
- Visualização na microscopia eletrônica como partículas densas, isométricas, de contorno irregular;
- Manutenção da glicemia



Metabolismo Anaeróbico Láctico



3. Sistemas Energéticos Oxidativos

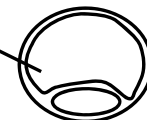
- Fontes:
 - Carboidratos
 - 36 ATP
 - Gorduras
 - 129 ATP
 - Proteínas
- Sistemas mais complexos
 - Várias reações enzimáticas
 - Necessitam da presença de O_2 para a transferência de energia
 - Ocorrem dentro das mitocôndrias
 - Atividades leves e moderadas de longa duração

Metabolismo aeróbico

FONTES ENERGÉTICAS

Tecido Adiposo

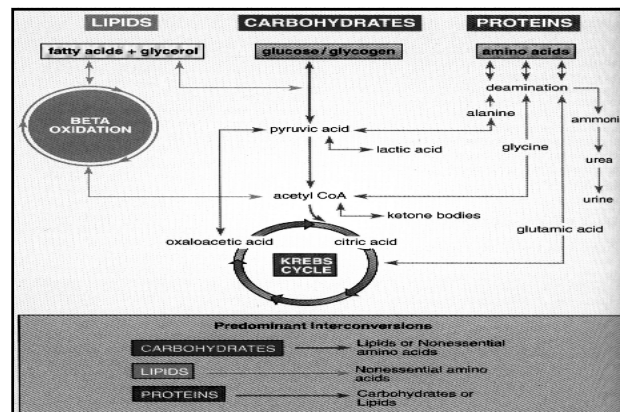
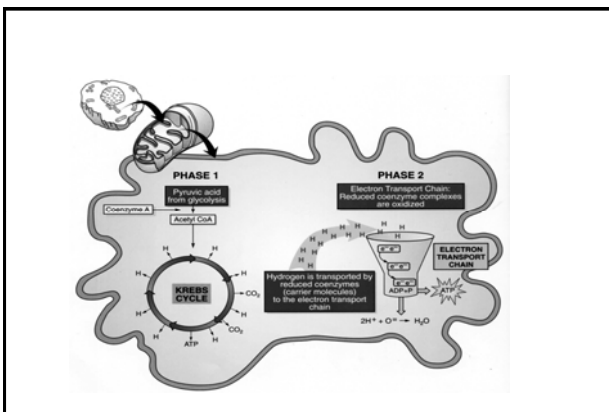
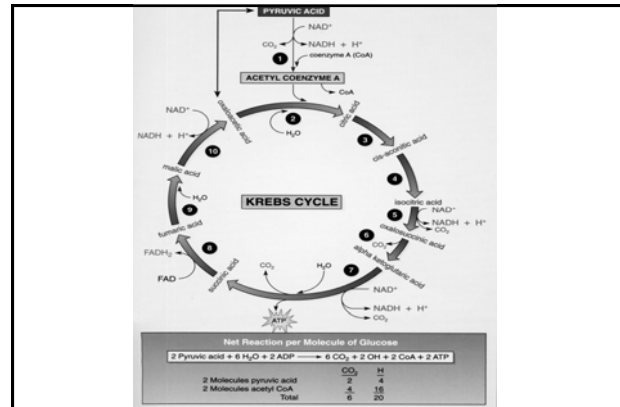
- Depósito de gordura:
 - continuamente mobilizado e renovado.
 - ex: 10 % de gordura no corpo de um indivíduo médio corresponde aproximadamente a 40 dias de reserva de energia;
- Triacilglicerol = Ácidos graxos + glicerol
 - O triacilglicerol (triglicerídio) libera ácidos graxos e glicerol quando há necessidade de energia.
 - O glicerol entra no ciclo dos CHO e pode ressintetizar a glicose



FONTES ENERGÉTICAS

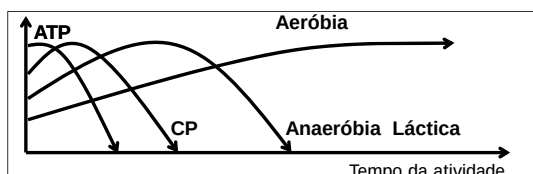
Lactato ou ácido láctico

- Produzido durante a glicólise anaeróbica, a partir do ácido Pirúvico (citoplasma)
- Reação reversível: reutilizável pelas células ácido láctico $\leftrightarrow$ ácido pirúvico (ação das enzimas LDH)
- No fígado: o lactato é resintetizado como glicose e redistribuído para os tecidos (ciclo de Cori).
- A dor muscular tardia está relacionada com lesão muscular e não com o lactato



ROTAS METABÓLICAS

- Anaeróbica Aláctica → Citoplasma = ATP e CP
- Anaeróbica Láctica → Citoplasma = CHO
- Aeróbica → Mitocôndria = com O₂, CHO, Lipídios e aminoácidos



Biópsia muscular

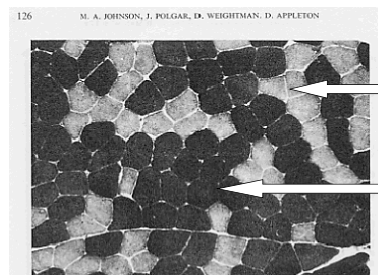
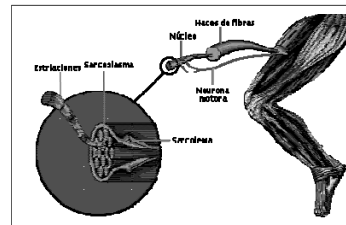
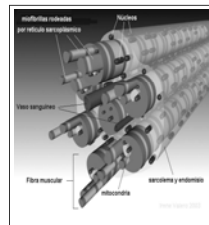


Fig. 5. Rectus femoris (lateral head) from post-mortem No. 2 (myofibrillar ATPase preparation, $\times 150$). Note the close adherence to a hexagonal lattice array in some areas of the section. The mean Type II fibre percentage is c. 70% for this muscle.

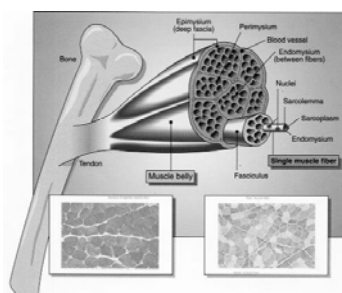
Quais são as diferenças entre as fibras musculares esqueléticas do Tipo I e do Tipo II?

Músculo Esquelético



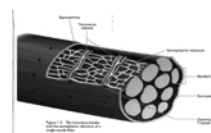
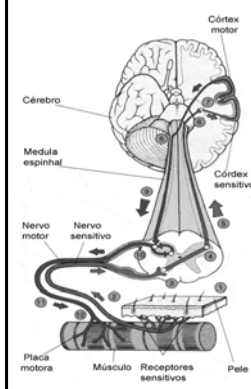
Músculo Esquelético

- Epimísio
- Fascículo
- Perimísio
- Endomísio
- Fibra muscular = célula multinucleada

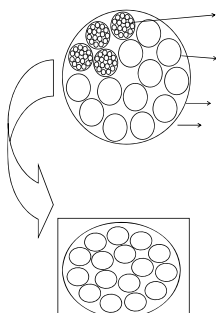


Fibra muscular

- Inervação
 - Fibras sensitivas
 - Fibras motoras
 - Unidade motora
 - Relação fibra / nervo
 - Tamanho do neurônio motor



Fibra Muscular Esquelética



Vermelhas → Tipo I

Branças → Tipo II

Aptidão genética

% > Vermelhas ideal é realizar Treinamento Aeróbico

% > Brancas = maior aptidão para atividades Anaeróbias

Tipos de Fibras musculares

- Tipo I
 - Contração lenta
 - Motoneurônio pequeno
 - Grande capilarização
 - Alta concentração de enzimas oxidativas, mioglobina
 - Fibras vermelhas
 - Resistentes à fadiga
 - Recrutadas em atividades de longa duração
- Tipo II
 - Contração rápida
 - Motoneurônio grande
 - Baixa Capilarização
 - ↓ de enzimas oxidativas e mioglobina
 - Fibras brancas
 - Pouco resistentes à fadiga
 - Recrutadas em exercícios de força, curta duração e alta intensidade
 - II a (algumas características oxidativas)
 - II b

Exercício Físico Regular (EF)

Adaptação crônica nos diversos sistemas corporais

Condicionamento Físico

EF

DOSE

saúde

1 TIPO

2 INTENSIDADE

3 DURAÇÃO

4 FREQUÊNCIA SEMANAL

TIPOS DE EXERCÍCIOS FÍSICOS

■ Aeróbios

- Grandes grupos musculares
- Sistema cardiorrespiratório
- Fibras musculares Tipo I e IIa



❖ Anaeróbios

- Localizados
- Força ou velocidade
- Fibras do Tipo II

❖ Alongamento

- Amplitude articular preservada
- Relaxamento



Prescrição de Exercícios Físicos

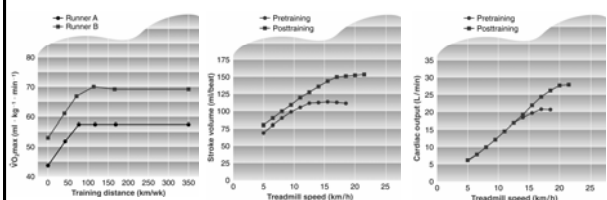
Tipo	Aeróbio	Resistência muscular	Flexibilidade muscular
Intensidade	% da FC Reserva VO _{2max} ou FC _{max}	Percepção de esforço Sensação de Fadiga	amplitude articular máxima sem dor
Duração da Sessão	20 - 60 min	1 a 3 séries de 5; 8-10; 12 a 15 repetições	15 a 30 segundos - 2 a 4 repetições
Frequência semanal	3- 5 dias	2- 3 dias	2- 3 dias ideal: 5-7 dias

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006

Quais os efeitos fisiológicos da mudança no estilo de vida?

► Aumento

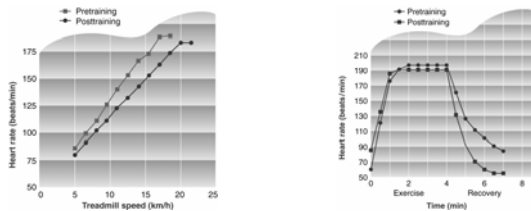
- VO_{2max}
- Volume sistólico
- Débito Cardíaco



AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006
WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. Fisiologia do esporte e do exercício. Barueri (SP): Manole, cap 6 e 9, 2001

► Diminuição

- FC de repouso e submáximas
- Tempo de recuperação da FC



AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006
WILMORE, J.H.; COSTILL, D.J. Fisiologia do esporte e do exercício. Barueri (SP): Manole, cap 9, 2001

► Adaptações Musculares

■ Treinamento anaeróbico

- Hipertrofia Fibras II
- > ATP-CP
- > tolerância ao ác. láctico
- Manutenção e menor perda da massa óssea

© Treinamento aeróbico

- Hipertrofia Fibras I
- Capilares e mioglobina
- > nº de mitocôndrias
- > utilização de lipídios



AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006
WILMORE, J.H.; COSTILL, D.J. Fisiologia do esporte e do exercício. Barueri (SP): Manole, cap 9, 2001

Como podemos avaliar os metabolismos Anaeróbios e Aeróbio?

Avaliação Funcional

- Processo de análise de um indivíduo ou grupo, visando diagnosticar:
 - Potencial genético
 - Aptidão física prévia
 - disfunções orgânicas
- Processo contínuo em um programa de condicionamento físico ou técnico desportivo

Avaliação funcional

- Objetivo: coleta de dados objetivos para a prescrição e acompanhamento:
 - treinamento esportivo
 - condicionamento físico
 - Reabilitação
- Avaliação Geral
 - Anamnese
 - Exame físico e exames complementares

Avaliação Funcional

Ergometria

- Mensuração do trabalho mecânico efetuado

$$W = F \times d \text{ e } P = W / t \Rightarrow P = F \times V$$

- Ergômetros:
 - Banco escalonado
 - Esteira ergométrica
 - Cicloergômetro
 - Provas de pista e quadra



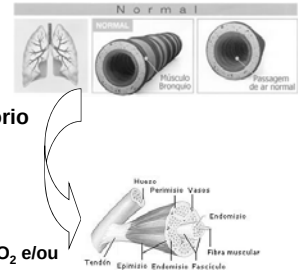
Seleção do Ergômetro

- **Especificidade**
 - Reproduza melhor as atividades do indivíduo
- **Cuidados:**
 - funcionamento, calibragem, tipo de testes
- **Não realizar o Teste**
 - FC > 100 bpm FR > 40 mpm
 - PA S > 170mmHg PAD > 100 mmHg
 - Temperatura axilar > 37,5°C

Consumo de Oxigênio

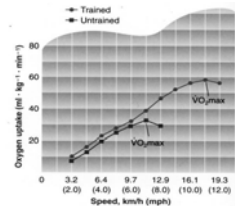
■ Depende:

- **Sistema respiratório**
 - Captação de oxigênio
 - Frequência respiratória
- **Sistema cardiocirculatório**
 - Transporte de oxigênio
 - Frequência cardíaca
- **Sistema muscular**
 - Utilização de oxigênio
 - Análise do consumo de O₂ e/ou produção de CO₂

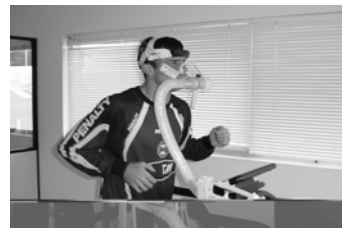


Consumo de Oxigênio

- O₂ utilizado no exercício
- **Cálculo do gasto calórico**
 - 1ml O₂ = 0.05kcal
 - 1 MET = 3,5 ml O₂.(kg.min⁻¹)
- **Consumo máximo de O₂ = VO₂ máx** ⇨ indivíduos treinados apresentam valores maiores do que destreinados



Mensuração Direta do Consumo de Oxigênio Máximo



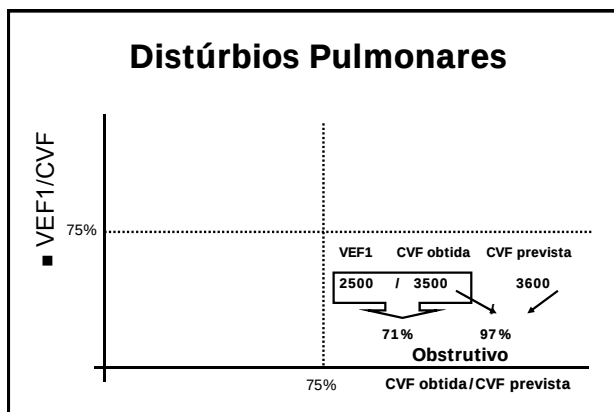
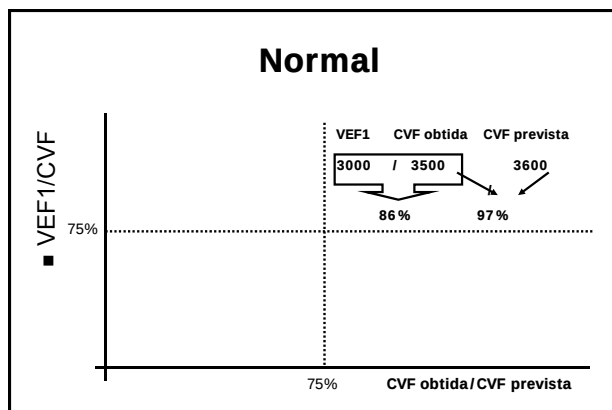
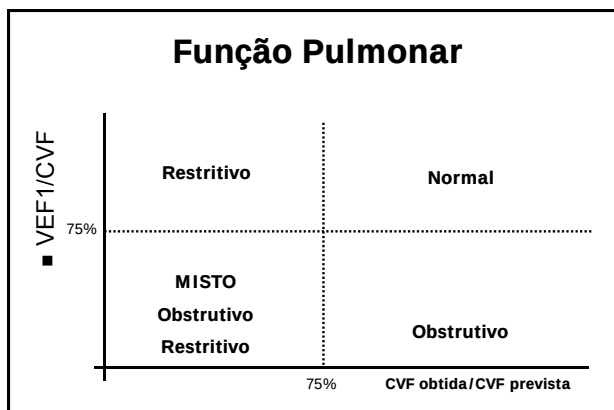
Consumo Máximo de Oxigênio

- **Maior nível de condicionamento aeróbio - VO₂max** - está relacionado a menor taxa de mortalidade por doenças cardíacas

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE ACSM'S Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 5ª EDITION, 2006

Função Pulmonar

- **Capacidades e volumes pulmonares**
 - Capacidade vital forçada – CVF
 - Volume expiratório em 1 segundo – VEF1
 - Coeficiente expiratório forçado
 - CEF1 = VEF1 / CVF
- **Espirometria**



Variação da Frequência Cardíaca

- Posição corporal
 - Deitado, sentado, agachado, em pé
- Característica da atividade executada
 - Intensidade da atividade

Frequência Cardíaca Máxima

FCmax Prevista

- FC_{máx} = 220 - idade
- FC_{max} = 208 - (0,7 X idade)

Tabela 1 – Metabolismo, respiração, frequência cardíaca e temperatura como intensidade de trabalho

Tipo de trabalho	VO ₂ (litros/min)	Ventilação (litros/min)	FC (bpm)	Temperatura retal (°C)
Muito Fraco (descansando)	0,25 – 0,3	6 – 7	60 – 70	37,5
Fraco	0,5 – 1	11 – 20	75 – 100	37,5
Moderado	1 – 1,5	20 – 31	100 – 125	37,5 – 38
Pesado	1,5 – 2	31 – 43	125 – 150	38 – 38,5
Muito Pesado	2 – 2,5	43 – 56	150 – 175	38,5 – 39
Extremamente Pesado	2,4 – 4	60 – 100	+ 175	+ 39

GRANDJEAN, 1981 IN: GUIMARAES

Frequência Cardíaca

- Relação direta com o VO₂
- % da Frequência cardíaca de reserva (FCR) = % do VO₂
- Estima o gasto energético em uma tarefa
- Limite superior do trabalho físico (Jornada de 8 horas)
 - 30 a 40 % do VO₂
 - 30 a 40 % da FCR

ASTRAND E RODAHL, 1986 IN: GUIMARÃES

Cálculo da intensidade pela FCR

$$FCTreino = \% \times (FCmáx - FCrep) + FC rep$$

- Cálculo do % da FCReserva → equivalente ao % do VO_2 máx
- Faixa da tarefa
 - Ex: 40 a 60% da FCReserva ≈ 40 a 60% VO_2 máx

Intensidade da Tarefa

■ Atividade

- FC Reserva ou VO_2 max: 40 a 60 %
- $FC = \% \times (FCmáx - FCrep) + FC rep$

Ex: 10 anos e FC repouso = 80 bpm
 FC máxima estimada = $220 - idade = 210$ bpm
 ou $208 - (0,7 \times idade)$

$FC = 0,40 \times (210 - 80) + 80 \Rightarrow 132$ bpm

$FC = 0,60 \times (210 - 80) + 80 \Rightarrow 158$ bpm

Faixa de trabalho moderado: 132 a 158 bpm

Medida do Lactato Sanguíneo

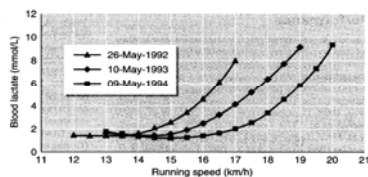


Figure 4.1 Blood lactate response curves monitored over two seasons. Subject is a male middle-distance runner.

Lactato ou ácido láctico

■ Aumento da produção

- Trabalho estático
- Utilização das fibras musculares do Tipo II
- Relacionado à fadiga muscular

■ Metabolismo

- Redução dos níveis com a ↓ da intensidade da tarefa
- Retorna à ácido pirúvico e é aproveitado como fonte energética nas mitocôndrias das Fibras Tipo I
- Ciclo de Cori no fígado - retorna à glicose

**Para que avaliar os
metabolismos Anaeróbios e
Aeróbios?**

Tipo de trabalho predominante

■ Trabalho Estático

- Contração contínua de alguns músculos, para manter uma determinada postura
- Tensão muscular
- > Produção de ácido láctico $\Rightarrow$ Fadiga

■ Trabalho Dinâmico

- Contrações e relaxamentos alternados dos músculos
- Atividade aeróbia $\Rightarrow$ menor tendência à fadiga

Recrutamento Preferencial de Fibras na Atividade Muscular

- Tipo I
 - Atividades aeróbias
 - Atividades dinâmicas
 - Atividades de baixa e moderada intensidade
 - máximo 30 a 40% do VO_{2max} ou da FC reserva
- Tipo II
 - Atividades anaeróbias
 - Atividades estáticas
 - Atividades moderadas e de alta intensidade

Quais são as modificações nas Fibras Musculares Esqueléticas com o treinamento?

Condicionamento muscular

- Genética - determina a distribuição dos tipos de fibras (I e II)
- Expressão genética
 - Depende da inervação
 - Tamanho do motoneurônio
 - Velocidade de condução do estímulo elétrico
- Topografia muscular
- Hipertrofia = aumenta o Tamanho da célula



Condicionamento muscular

Hipertrofia:

- ↑ do sarcoplasma (↑ água)
- ↑ da espessura das miofibrilas
- ↑ da reserva de glicogênio
- ↑ das enzimas glicolíticas

Hiperplasia:

- ↑ do nº de células musculares (não comprovado cientificamente em humanos)



Adaptações musculares ao treinamento

- Treinamento aeróbio
 - Desenvolvimento das Fibras de contração lenta
 - Aumento dos capilares e da mioglobina
 - Maior número de mitocôndrias
 - Maior estoque e utilização de lipídios

Aumento da massa muscular

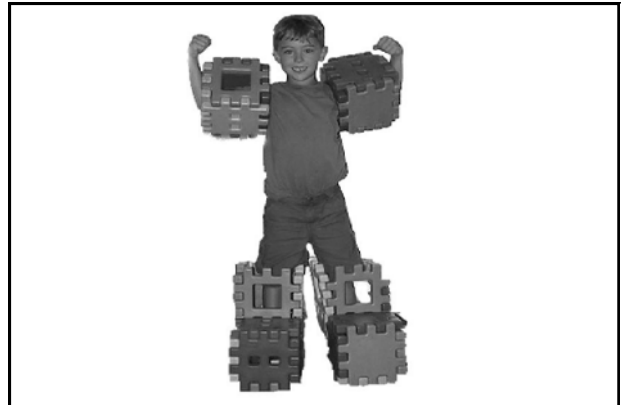
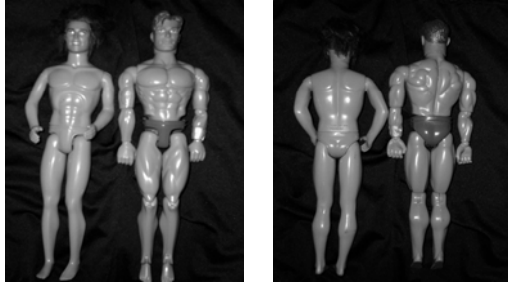


■ Treinamento anaeróbio

- Hipertrofia muscular
- Maior estoque de ATP-CP
- Maior tolerância ao ácido láctico
- Maior Pico de massa óssea
- Manutenção e menor perda da massa óssea

Brinquedos

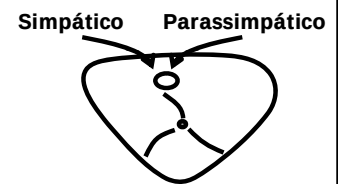
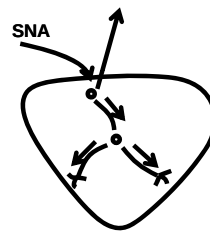
* Padrão de beleza e consumo



Quais são as respostas cardiovasculares agudas e crônicas com a prática de exercícios físicos?

Sistema Cardiovascular

Nó Sinusal ou sino atrial



Adaptações cardiorrespiratórias

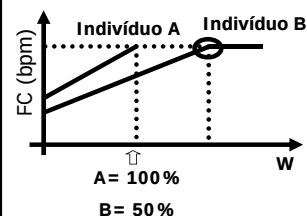
■ Agudas

- ↑ Frequência Respiratória (FR)
- ↑ Frequência Cardíaca (FC)
- ↑ Pressão Arterial (PA)

■ Crônicas

- ↓ FC de repouso e da pressão sistólica
- ↑ contratilidade cardíaca e do volume de ejeção
- ↑ extração de O_2 capilar

Frequência Cardíaca Máxima



- Indivíduo A = sedentário
- Indivíduo B = atleta

FCmax Prevista

- $FC_{máx} = 220 - \text{idade}$
- $FC_{max} = 208 - (0,7 \times \text{idade})$

Carga de trabalho máxima

EX: 50%W do atleta =
100% para sedentário

Débito Cardíaco -Q

- Quantidade de sangue ejetado pelo VE a cada minuto

$$Q = VS \times FC$$

- VS = volume sistólico
- FC = frequência cardíaca
- Q repouso $\cong$ 5 litros / minuto
 - > metabolismo celular > necessidades de O_2 , nutrientes e retirada de CO_2 .
 - $\uparrow Q = \uparrow FC \times \uparrow VS$ (em exercício)

Consumo máximo de Oxigênio

- 1Met = 3,5 ml / Kg.min = VO_2 repouso
- VO_2 = ml / kgmin para comparação
 - Em l / min fica difícil comparar indivíduos com massa corporal $\neq$ 50Kg ou 100Kg
- EX: dois indivíduos
 - apresentam consumo de 3 litros/min de O_2
 - Indivíduo A = 100 kg = 30 ml. (kg. min)⁻¹
 - Indivíduo B = 50 kg = 60 ml. (kg. min)⁻¹

Fluxo sangüíneo

■ Bomba Central ou Cardíaca

- Volume sistólico
- Frequência cardíaca
- Pressão arterial

■ Bomba Periférica:

- Contração muscular
- Pressão negativa intratorácica
- Válvulas venosas

■ **Bomba setorial:**
controle e redirecionamento do
fluxo pelos esfíncteres pré-
capilares



Bomba setorial

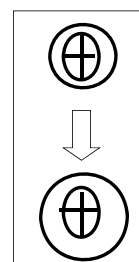
	Repouso		Exercício Intenso	
	%	l / min	%	l / min
Q	100	5	100	25
Pele	25	1.25	83	20.75
+ Músculos				
Visceras	25	1.25	4	1
Rins	20	1	3	0.75
Cérebro	15	0.25	5	0.7
Coração	5	0.25	1	1.25
Ossos	5	0.25	1	0.25
Tec Adiposo	5	0.25	1	0.25

Quais são os EFEITOS ESPERADOS sobre o Sistema Cardiovascular com o treinamento aeróbio e anaeróbio?

Treinamento de força Hipertrofia Cardíaca

Treinamento de Força:

- $\uparrow$ hipertrofia do miocárdio
- $\downarrow$ relativa da Cavidade ventricular
- $\downarrow$ do VS
- Sobrecarga de pressão

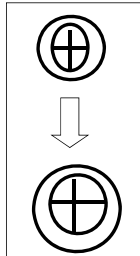


Treinoamento Aeróbio

Eficiência Cardíaca

Treinoamento Aeróbio:

- Hipertrofia do miocárdio moderada
- ↑ relativa da Cavidade ventricular
- ↑ do VS e do Débito cardíaco máximo
- Sobrecarga de Volume



Condicionamento Aeróbio

- ↑ VO_2 máximo (condições metabólicas)
 - ↑ da mioglobina
 - ↑ n° de mitocôndrias
 - ↑ enzimas oxidativas
- ↓ FC repouso e = FC máxima (idade)
- ↑ VS em repouso e em exercício (até + / - 50 % W), pela contração muscular e melhor eficiência mecânica
- Q em repouso ≈ e ↑ em exercício submáximo e máximo

Condicionamento Aeróbio

Variáveis	Repouso	Exercício Máximo
■ Consumo O_2	s/ alteração	aumento
■ Frequência Cardíaca	diminui	s/ alteração
■ Volume Sistólico	aumento	aumento
■ Débito Cardíaco	s/ alteração	aumento
■ Fluxo Sanguíneo Musc.	s/ alteração	aumento
■ Extração de Oxigênio	s/ alteração	aumento
■ Ventilação	s/ alteração	s/ alteração

Respostas Cardiovasculares ao Exercício

Variáveis	Estático	Dinâmico
■ VO_2	Aumenta pouco	Aumenta muito
■ FC	Aumenta pouco	Aumenta muito
■ VS	Não aumenta	Aumenta muito
■ Q	Aumenta para vencer a resistência periférica	Aumenta muito p/ necessidade de oxigênio
■ RVP	Aumenta com a carga de trabalho	Diminui pouco
■ P. A. S.	Aumenta pouco	Aumenta
■ P. A. D.	Aumenta muito	Fica igual ou ↓

Pressão Arterial

Exercício Físico Aeróbio

Pressão Arterial Sistólica

- ↑ para manter a pressão arterial capilar
- ↑ Q circulante para distribuição de O_2
- ↓ RVP - vasodilatação e aumento da rede capilar

Pressão Arterial Diastólica

- ↓ para facilitar o retorno venoso e a manutenção do gradiente de pressão - Periferia → coração
- Facilitar o enchimento ventricular

Pressão Arterial

Exercício Físico Anaeróbio

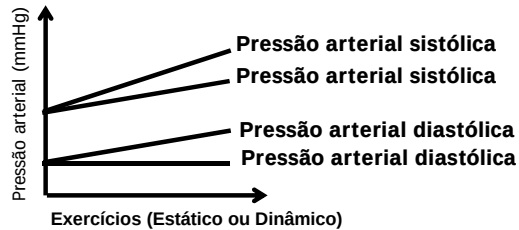
Pressão Arterial Sistólica

- ↑ para vencer o aumento da resistência vascular periférica pela contração muscular intensa

Pressão Arterial Diastólica

- Aumenta proporcionalmente ao aumento da resistência vascular periférica

Respostas da Pressão Arterial ao Exercício Físico



Função Endotelial

- **Endotélio Normal**
 - Contração com a Noradrenalina
 - Dilatação com a Acetilcolina
- **Endotélio Anormal**
 - Contração com a Noradrenalina
 - Contração com a Acetilcolina
 - ↓ Óxido Nítrico

JORGE, PA. *Rev Soc Cardiol de São Paulo*, V5, N.1, p.43-49, 1995
 SHEPHARD, R. *Circulation*, Vol 99, p. 963 -972, 1999
 Diretrizes de Dislipidemias - *Arq Bras Cardiol* Vol 77 (Suplemento III), 2001

Função Endotelial

- **Endotélio Normal - Óxido Nítrico**
 - Vasodilatação
 - Inibe a adesão plaquetária
 - Previne a adesão de leucócitos
- **Endotélio Anormal**
 - ↓ Óxido Nítrico
 - ↑ adesão plaquetária e de leucócitos
 - associação com as LDL oxidadas

JORGE, PA. *Rev Soc Cardiol de São Paulo*, V5, N.1, p.43-49, 1995
 SHEPHARD, R.; BALADY, G.J. *Circulation*, 99: 963-72, 1999.
 Consenso Brasileiro Dislipidemias - *Arq Bras Cardiol*, 67: 1-16, 1996.
 Diretrizes de Dislipidemias - *Arq Bras Cardiol* Vol 77 (Suplemento III), 2001

Exercícios Físicos na Promoção do Estilo de Vida Saudável

Quais os efeitos fisiológicos da mudança no estilo de vida?

Implantação de Programas de Qualidade de Vida

- **Objetivos gerais:**
 - Promoção da saúde e estilo de vida;
 - Melhor disposição geral;
 - melhor educação nutricional;
 - menores riscos cardiovasculares.
- **Objetivos específicos:**
 - Resultados obtidos
 - Trabalhador
 - Empresa



Implantação de Programas de Qualidade de Vida

Trabalhador	Empresa
↑ resistência ao estresse	trabalho + saudável
↑ estabilidade emocional	↓ absenteísmo / rotativ.
↑ motivação	↓ número de acidentes trabalho
↑ eficiência no trabalho	↓ custo assistência médica
melhor auto-imagem	↑ produtividade
melhor relacionamento	melhor imagem

- MELHOR AMBIENTE DE TRABALHO -

Efeitos da Vida Ativa

Aumenta

- Oxidação de gordura
- N° de vasos sangüíneos coronarianos
- Tamanho dos vasos
- Eficiência cardíaca
- Eficiência da distribuição e do retorno de sangue periférico

SHARKEY, B.J. Condicionamento físico e saúde. Porto Alegre: ARTMED, 1998

Efeitos da Vida Ativa

Aumenta

- Capacidade fibrinolítica
- Hemácias e volume de sangue
- Tolerância ao estresse
- Hábitos de vida prudentes
- Prazer de viver



SHARKEY, B.J. Condicionamento físico e saúde. Porto Alegre: ARTMED, 1998

Efeitos da Vida Ativa

Diminui

- Triacilglicerol
- Intolerância à glicose
- Obesidade, adiposidade
- Viscosidade plaquetária
- Pressão sangüínea arterial
- Frequência cardíaca
- Estresse psíquico



SHARKEY, B.J. Condicionamento físico e saúde. Porto Alegre: ARTMED, 1998

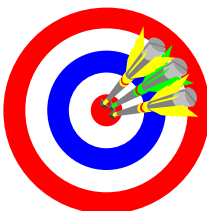
Adaptações metabólicas ao treinamento

Aeróbio

- ↑ Lipólise
- ↑ n° de mitocôndrias
- ↑ n° de enzimas oxidativas
- ↑ Mioglobina (fibras vermelhas)
- ↑ capilares

Anaeróbio

- ↑ Massa muscular: ↑ metabolismo Basal
- ↑ Massa óssea



Efeitos da Atividade Física no Sistema Cardiovascular

Treinamento Aeróbio

- Aumenta o tamanho do coração
- Maior eficiência cardíaca
- Melhora o suprimento sangüíneo
- Níveis pressão arterial mais adequados
- Melhora a Distribuição de sangue e a coagulação sangüínea

Função Endotelial e Exercício Físico

Exercício Aeróbio

- Melhora a função Endotelial
- ↑ da enzima responsável pela síntese de Óxido Nítrico
- ↑ o fluxo nas artérias coronárias
- Melhora o fluxo em indivíduos com cardiopatia isquêmica- ↑ duplo produto

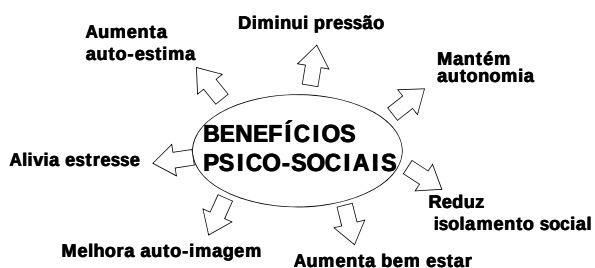
SHEPHARD, RJ; BALADY, GJ, *Circulation*, 99: 963-72, 1999.
RIBEIRO, JP - Conferência no Congresso Brasileiro de Medicina Desportiva -
Rio de Janeiro - junho de 2001

EXERCÍCIO FÍSICO



AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006

EXERCÍCIO FÍSICO



AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006

Atividade física como fator de saúde e longevidade

EXERCÍCIO LONGEVIDADE

IDADE INÍCIO	ANOS GANHOS
35 - 39	2,51
40 - 44	2,34
45 - 49	2,10
50 - 54	2,11
55 - 59	2,02
60 - 64	1,75
65 - 69	1,35
70 - 74	0,72
75 - 79	0,42

Agita São Paulo

Paffenbarger, 1988

Expectativa de vida Idosos

BRASIL:

1940 - 45,5

1980 - 62,6

2000 - 70,4

2050 = 81,3 anos

■ Mulheres = 74,29 anos

■ Homens = 66,71 anos

>65 anos = 5% da população

Previsão para 2050 = 18%

FONTE: IBGE - 2004

Censo
2000

Redução Funcional na Terceira Idade

Redução Fisiológica

+

Redução em decorrência de doenças crônicas

Efeitos do processo de envelhecimento

- FC máxima
- Débito cardíaco máximo
- VO₂max
- Capacidade vital
- Força muscular
- Flexibilidade
- Massa óssea
- Massa livre de gordura
- Tolerância à glicose

Diminui

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Guidelines for Exercise Testing and Prescription, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006

Efeitos do processo de envelhecimento

- FC repouso → Não se altera
- Pressão Arterial
 - Repouso
 - Exercício
- Volume residual
- Percentual de gordura
- Tempo de recuperação → + Longo
- Tempo de reação → + Lento

Aumenta

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Guidelines for Exercise Testing and Prescription, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006

EXERCÍCIO FÍSICO

“Terapêutica” ?

Prescrição de Exercícios Físicos

- Tipo - Aeróbio - grandes grupos musculares
- Intensidade
 - 40/50 % - 85 % FCR ou VO₂max
 - 55/65 % - 90 % da FC_{max}
- Duração da Sessão
 - 20 - 60 min
- Frequência semanal
 - 3- 5 dias por semana



AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Guidelines for Exercise Testing and Prescription, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006

Prescrição de Exercícios Físicos

- INTENSIDADE
 - **Exercício aeróbio**
 - FC Reserva (FCR) ou VO₂max: 40 a 85 %
 - FC de treino = % x (FC_{máx} - Fcrep) + FC rep
 - FC máxima: 55 a 90 %
 - Percepção de esforço: Escala de Borg
 - 3 a 5 (em 0-10) ou
 - 12 a 13 (em 6-20)

INTENSIDADE

■ **Exercício aeróbio**

- FC Reserva ou $VO_2\text{max}$: 40 a 60 %
- $FC = \% \times (FC_{\text{máx}} - FC_{\text{rep}}) + FC_{\text{rep}}$

Ex: João tem 40 anos e FC repouso = 80 bpm
 FC máxima estimada = $220 - \text{idade} = 180 \text{ bpm}$
 ou $208 - (0,7 \times \text{idade})$

$FC = 0,40 \times (180 - 80) + 80 \Rightarrow 120 \text{ bpm}$

$FC = 0,60 \times (180 - 80) + 80 \Rightarrow 140 \text{ bpm}$

Faixa de condicionamento: 120 a 140 bpm

Prescrição de Exercícios Físicos

- **Tipo** - Resistência muscular - 8 a 10 exercícios localizados
- **Intensidade**
 - Escala de Percepção de esforço = 16
 - Sensação de Fadiga
- **Duração da Sessão**
 - 1 a 3 séries de 12 a 15 repetições (3-5; 8-10)
- **Frequência semanal**
 - 2- 3 dias por semana

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006

Prescrição de Exercícios Físicos

- **Tipo** - Flexibilidade muscular - principais grupos musculares
- **Intensidade**
 - amplitude articular máxima sem dor
- **Duração da Sessão**
 - 15 a 30 segundos -2 a 4 repetições
- **Frequência semanal**
 - mínima: 2- 3 dias por semana
 - ideal: 5-7 dias por semana

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 7ª EDITION, 2006

Grau de evidência para os benefícios dos exercícios físicos?

Scand J Med Sci Sports 2006; 36 (Suppl. 1): 3-63
 Printed in Singapore - All rights reserved

COPYRIGHT © BLACKWELL MUNKSGAARD 2006
 SCANDINAVIAN JOURNAL OF
 MEDICINE & SCIENCE
 IN SPORTS

Review

Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease

B. K. Pedersen^{1,2}, B. Saltin²

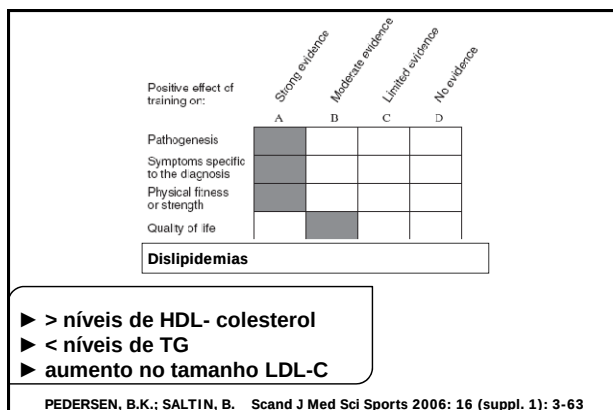
¹The Centre of Inflammation and Metabolism, Department of Infectious Diseases, ²The Copenhagen Muscle Research Centre, Rigshospitalet, Faculty of Health Sciences, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark.
 Corresponding author: Bente Klarlund Pedersen, Centre of Inflammation and Metabolism, Rigshospitalet-Section 7641, Blegdamsvej 9, DK-2100, Copenhagen, Denmark. Tel: 45 35 45 77 97; Fax: 45 35 45 76 44; E-mail: bkp@rh.hh.dk
 Accepted for publication 12 December 2005

► Efeitos dos EF em diversas doenças

- Fisiopatologia
- Sintomas relacionados à doença
- Aptidão física e alongamento
- Qualidade de Vida

	Positive effect of training on:			
	Strong evidence Moderate evidence Limited evidence No evidence			
	A	B	C	D
Pathogenesis				
Symptoms specific to the diagnosis				
Physical fitness or strength				
Quality of life				

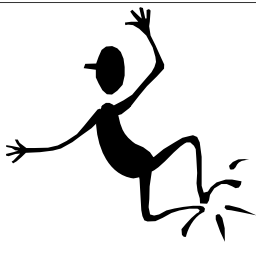
Resistência Insulínica
Diabetes Mellitus 2
Hipertensão Arterial
Obesidade
Doença Arterial Coronariana
Insuficiência Cardíaca Crônica
Claudicação Intermitente



RECOMENDAÇÕES

- Respeitar os limites individuais
- Aptidão física inicial
- Fatores de saúde agravantes
- Prescrever exercícios físicos onde os movimentos corporais sejam desenvolvidos com
 - PRAZER
 - SEGURANÇA
 - CONFORTO

Considerações Finais



- Importância do exercício físico em todas as idades
 - Romper o ciclo vicioso do sedentarismo
 - Prevenir e tratar doenças crônicas
 - Promover a aptidão física



Quando iniciar exercícios físicos?

Gestação – pesquisas futuras



Muito Obrigada!

neivaleite@gmail.com