



SMART FOOT

ARTIGO ACADÊMICO DE EXATAS E BIOLÓGICAS

UNIFRAN - UNIVERSIDADE DE FRANCA

2025

Discentes:

Alicya Alecrim da Silva
Allana Gimenez Machado
Ana Laura Pagnam
Jazmin Maria Martins de Sousa
João Pedro da Silva



Docente:

PROFESSOR. RENATO ROCHA

FÍSICA

Leis de Newton Aplicadas à Corrida:

- **Primeira Lei (Lei da Inércia):** Um corpo em repouso tende a permanecer em repouso, e um corpo em movimento tende a permanecer em movimento, a menos que uma força externa atue sobre ele. Na corrida, isso significa que, uma vez iniciada, o corpo do corredor continuará em movimento até que forças como o atrito ou a resistência do ar o desaceleram.
- **Segunda Lei (Princípio Fundamental da Dinâmica):** A aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força aplicada sobre ele e inversamente proporcional à sua massa ($F = m \cdot a$). Para aumentar a velocidade durante a corrida, o corredor deve aplicar uma força maior contra o solo, resultando em maior aceleração.
- **Terceira Lei (Ação e Reação):** Para cada ação, há uma reação de igual magnitude e em sentido oposto. Quando o corredor empurra o solo para trás e para baixo, o solo reage empurrando o corredor para frente e para cima, impulsionando-o adiante.

Energia Cinética na Corrida

A energia cinética é a energia associada ao movimento de um corpo e é calculada pela fórmula

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

Onde:

- E_c é a energia cinética.
- m é a massa do corpo.
- v é a velocidade do corpo.

COMO CALCULAR SEU PACE(RITMO) NA CORRIDA:

https://youtu.be/PuDm4BnGQ4A?si=cQAn9u_89AgO8kYW

FÍSICA NO SMART FOOT:

Imagine um tênis que não apenas impulsiona o movimento, mas também o compreende. Essa é a essência do tênis inteligente com pedômetro integrado, uma tecnologia vestível que combina princípios da matemática e da física para quantificar a atividade física. A contagem de passos, base matemática dessa análise, é realizada por um acelerômetro, um sensor que monitora as variações na aceleração do pé ao longo do tempo.

A cada ciclo completo de movimento do pé (elevação, avanço e contato com o solo), o acelerômetro registra um padrão de aceleração específico.

O algoritmo do tênis identifica esses padrões (picos e vales) nos dados de aceleração e incrementa a contagem de passos. Essa contagem, embora simples, é fundamental para cálculos mais complexos.

A conversão do número de passos em distância percorrida requer o tamanho do passo (**L_p**) como parâmetro. A **distância (D)** pode ser estimada pela equação:

$$D=N_p \times L_p$$

Onde **N_p** é o número de passos. Determinar o valor preciso de **L_p** é um desafio, pois ele varia entre indivíduos e até para o mesmo indivíduo, dependendo da velocidade e da atividade (caminhada ou corrida).

A calibração é uma abordagem comum para refinar essa estimativa. Ao percorrer uma distância conhecida (**D_c**) e registrar o número de passos (**N_{pc}**), o tênis calcula um tamanho de passo personalizado:

$$L_p=N_{pc}D_c$$

Com esse valor calibrado, a estimativa da distância torna-se mais precisa. Sistemas avançados modelam a variação do tamanho do passo com a cadência, utilizando relações empíricas ou modelos biomecânicos.

A física é essencial para o funcionamento do acelerômetro, que mede a aceleração (**a**), a taxa de variação da **velocidade (v)** em relação ao **tempo (t)**:

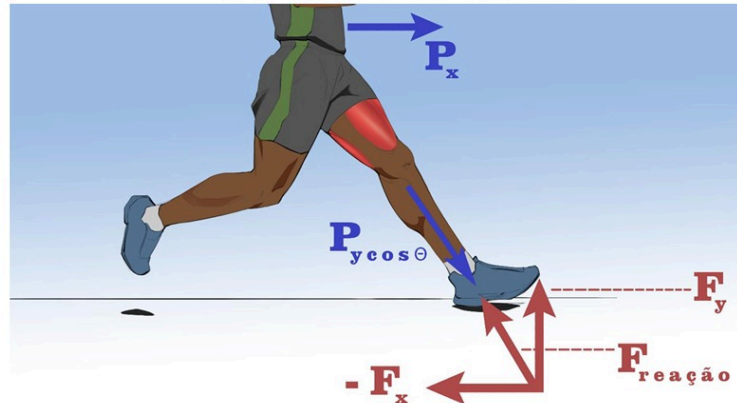
$$a=dt dv$$

Durante um passo, o pé sofre variações significativas na aceleração em diferentes direções. A análise da magnitude e direção dessas variações permite ao algoritmo identificar os passos e distinguir outros movimentos.

Além disso, a mecânica da caminhada e corrida é regida pelas leis da física. A **energia cinética (E_c)** do corpo em movimento, a força de atrito entre o tênis e o solo, e a força gravitacional influenciam o padrão de aceleração detectado.

O monitoramento contínuo dessas variáveis fornece informações sobre **ritmo** (tempo por distância), **cadência** (passos por minuto).

Figura 6: Vetores de momento e força de reação



Fonte: Michel Machado do Couto, 2021.

Essa imagem ilustra as forças e os vetores de momento envolvidos durante a fase de impulsão da corrida, um conceito fundamental para entender a **biomecânica** do movimento humano, que está diretamente relacionada ao funcionamento do tênis inteligente que discutimos. Vamos analisar os elementos presentes na figura:

- **Corredor:** Vemos um corredor em pleno movimento, com uma das pernas em contato com o solo, preparando-se para impulsionar o corpo para frente. A área vermelha na coxa pode indicar a ativação dos músculos envolvidos nessa impulsão.
- **P_x (Vetor de Momento Horizontal):** A seta azul horizontal representa o componente horizontal do momento do corpo do corredor. O momento (p) é o produto da massa (m) pela velocidade (v): $p=mv$. O componente horizontal (P_x) indica a tendência do corpo a se mover para frente.
- **$P_{y \cos \theta}$ (Vetor de Momento Vertical):** A seta azul inclinada para baixo representa o componente vertical do momento do corpo no instante em que o pé está em contato com o solo. O ângulo θ seria o ângulo entre o vetor de momento total e a horizontal. O componente vertical do momento é crucial para gerar a força de reação do solo que impulsiona o corredor para cima e para frente.
- **Reação (Vetor da Força de Reação do Solo):** A seta vermelha apontando para cima e para a esquerda representa a força que o solo exerce sobre o pé do corredor, de acordo com a **terceira lei de Newton** (ação e reação). Essa força de reação é fundamental para alterar o momento do corredor e permitir a aceleração.

- **-F_x (Componente Horizontal da Força de Reação):** A seta vermelha horizontal apontando para a esquerda representa o componente horizontal da força de reação do solo. Essa força é direcionada para trás em relação ao movimento do pé, mas, como reação, impulsiona o corpo para frente. É essa força que efetivamente acelera o corredor na direção horizontal.
- **F_y (Componente Vertical da Força de Reação):** A seta vermelha vertical apontando para cima representa o componente vertical da força de reação do solo. Essa força contrabalança o peso do corredor e também contribui para a impulsão vertical, permitindo a manutenção da postura e a elevação do corpo durante a corrida.

Como isso se conecta ao tênis inteligente?

O tênis inteligente, com seus sensores internos (principalmente o acelerômetro e, em modelos mais avançados, sensores de força), mede as acelerações e, potencialmente, as forças que atuam no pé durante essa fase de impulsão.

- **Deteção do passo:** As variações na aceleração medidas pelo acelerômetro são diretamente influenciadas por essas forças de reação do solo e pelas mudanças no momento do pé e da perna. O algoritmo do tênis analisa esses padrões de aceleração para identificar cada passo.
- **Estimativa da Força:** Modelos mais complexos poderiam tentar estimar a magnitude e a direção da força de reação do solo com base nas medições de aceleração (usando a segunda **lei de Newton: $F=ma$** , onde ***m*** seria a massa efetiva do pé e parte da perna em movimento). Essa informação poderia ser usada para analisar a biomecânica da corrida, como a força de impacto e a eficiência da impulsão.
- **Cálculo do Trabalho e Potência:** Ao integrar a força e o deslocamento (que pode ser inferido a partir dos dados do acelerômetro), seria possível estimar o trabalho realizado durante a impulsão e a potência gerada pelo corredor.
- **Análise da Cadência e Ritmo:** A frequência com que esses eventos de impulsão ocorrem determina a cadência da corrida, que o tênis inteligente também monitora. O ritmo está relacionado à velocidade, que é influenciada pela força de impulsão e pelo comprimento do passo.

A Física e a Biomecânica da Corrida sob a Lente do Tênis Inteligente

A biomecânica é o estudo do movimento do corpo humano sob as leis da mecânica. Na corrida, ela se concentra em entender as forças internas e externas que atuam sobre o corpo, como os músculos geram movimento e como o corpo interage com o solo. O tênis inteligente, equipado com sensores, oferece uma janela tecnológica para quantificar e analisar aspectos cruciais da biomecânica da corrida.

A Fase de Impulsão e o Papel da Força de Reação do Solo (FRS):

A imagem que analisamos anteriormente captura um instante fundamental da biomecânica da corrida: a fase de impulsão. É nesse momento em que o corredor aplica força contra o solo para se impulsionar para frente e para cima. A **Força de Reação do Solo (FRS)**, ilustrada na figura como **Reacção**, é a resposta do solo a essa força aplicada, seguindo a terceira lei de Newton. Essa força é o motor da locomoção na corrida.

- **Componente Vertical (F_y):** O componente vertical da FRS é essencial para sustentar o peso do corpo e gerar a impulsão vertical necessária para a passada. Uma análise do padrão temporal desse componente pode revelar informações sobre a cadência vertical (oscilação do centro de massa) e o tempo de contato com o solo.
- **Componente Horizontal ($-F_x$):** O componente horizontal da FRS, direcionado para frente, é o que efetivamente acelera o corpo na direção do movimento. A magnitude e a duração dessa força influenciam diretamente o comprimento do passo e a velocidade da corrida.

O Momento e sua Variação:

O **momento** ($p=mv$), tanto horizontal (P_x) quanto vertical ($P_y \cos \theta$), representa a "quantidade de movimento" do corredor. A força resultante que atua sobre o corpo causa uma variação nesse momento ao longo do tempo (**segunda lei de Newton** em termos de momento: $F_{res}=dtdp$). Durante a impulsão, a **FRS** é a principal força externa horizontal que altera o momento do corredor, impulsionando-o para frente.

Como o Tênis Inteligente se Encaixa:

O tênis inteligente, ao medir a aceleração do pé, fornece dados indiretos sobre essas forças e a variação do momento:

A Física no Esporte: Corrida de rua e sua relação com a Biomecânica

O principal objetivo deste trabalho é a **análise biomecânica da corrida de rua em 10 atletas (homens amadores e profissionais, e mulheres amadoras) que participaram de duas corridas de 10 km em Belém (Círio e Circuito Banco do Brasil de 2017).**

Através de questionários, medições (trena, balança, GPS) e dados estatísticos (velocidade média, variância, desvio padrão e frequência), a pesquisa **avaliou as características biofísicas dos atletas**, como movimentos, comprimento da passada e tempo para completar o percurso.

O estudo também **ressalta a importância da aplicação da biomecânica no cotidiano de praticantes de atividade física**, alinhando-se às recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para a inclusão deste tema nas aulas de Física.

Em resumo, o foco é na **análise biomecânica de corredores de rua em um contexto real de competição**, com o objetivo de entender suas características e reforçar a relevância do estudo da biomecânica na educação física e na Física.

Palavras-chave: sprint; arrasto; física do esporte; física da corrida; biomecânica.

O estudo busca **explicar as técnicas de corrida em sprints através da física**, mostrando que o aprimoramento atlético se fundamenta em princípios científicos, mesmo que os atletas não tenham esse conhecimento formal.

A metodologia combina **análise qualitativa das técnicas com experimentos quantitativos**. Quinze voluntários realizaram sprints com diferentes técnicas, e seus tempos foram registrados para **quantificar o efeito de fatores físicos** como atrito (ar e solo), equilíbrio e área de contato.

Adicionalmente, a pesquisa considera a influência de **características antropométricas** (altura, comprimento de membros, etc.) no desempenho. O objetivo final é **determinar a importância relativa desses fatores físicos e antropométricos nos sprints**, utilizando conceitos da mecânica clássica e da mecânica dos fluidos.

O atletismo, especialmente a corrida, é um esporte nobre que mobiliza grande parte da musculatura humana. Do ponto de vista da física, a corrida abrange diversos conceitos da mecânica clássica e da mecânica dos fluidos. Para analisar esses aspectos, foi realizada uma pesquisa de campo com 15 voluntários. Eles executaram cinco sprints com diferentes abordagens técnicas: um sprint inicial como controle e outros quatro para isolar e avaliar a importância de variáveis físicas específicas.

A pesquisa adota uma **abordagem mista** para investigar a influência de fatores físicos na corrida, como **arrasto, atrito, direção da força e posição do centro de massa**.

Inicialmente, a **pesquisa qualitativa** analisa as técnicas de corrida, destacando o papel da física no desenvolvimento de estratégias para minimizar forças dissipativas e otimizar a biomecânica e a aplicação da força de impulsão. A revisão bibliográfica envolveu a análise de vídeos online sobre técnicas de corrida e artigos científicos sobre biomecânica.

Na **etapa quantitativa**, 15 voluntários realizaram cinco sprints de 30 metros (fase de aceleração). As variações nos sprints visavam mensurar o impacto de:

- **Uso dos braços** (corrida livre vs. braços cruzados, para avaliar o arrasto).
- **Atrito com o solo** (corrida normal vs. corrida na ponta dos pés).
- **Posição do centro de massa** (corrida normal vs. sincronização braço-perna do mesmo lado).
- **Curiosidade/arrasto** (corrida "Naruto").

O primeiro sprint serviu como controle para comparação com as demais variações. Os resultados visam quantificar como essas alterações técnicas afetam o tempo final da corrida na fase de aceleração.

3. Física e biomecânica

Ao observarmos um corredor mais atentamente, notamos alguns fatores que agem tanto sobre o desempenho quanto sobre a frenagem do atleta, e a somatória desses fatores leva à composição da velocidade final. Segundo Passos et al. (2017), a velocidade final é o produto do comprimento da passada pela frequência de passos ($V = \lambda \cdot f$), onde o comprimento da passada está atrelado a fatores antropométricos e a frequência a fatores físicos, logo, na prática, há Física da corrida – biomecânica e arrasto. Caderno Intersaberes, Curitiba, v. 11, n. 34, p. 55-70, 2022. 58 diversos fatores a serem avaliados, como a interação do corpo com o fluido, no caso, o ar, o atrito com o solo, onde a biomecânica da corrida influencia e a força muscular do atleta.

3.1 Arrasto

A movimentação correta dos braços é crucial na corrida para reduzir o arrasto do ar e aumentar a velocidade. Um corpo sem essa técnica ("blunt body") sofre maior resistência do ar devido à troca de momento linear com as partículas atmosféricas. O uso adequado dos braços cria um perfil mais aerodinâmico ("streamlined body"), similar a um aerofólio, diminuindo significativamente o coeficiente de arrasto (C_a).

Experimentos mostram que a técnica dos braços pode melhorar em média 5,67% o tempo em sprints de 30 metros, com um impacto ainda maior em corridas longas. Essa técnica reduz o arrasto de pressão ao otimizar a forma das mãos e braços para desviar o fluxo de ar de maneira mais eficiente.

A não utilização correta dos braços resulta em maior gasto de energia para superar o arrasto. Em contraste, o uso estratégico da força muscular dos braços, menos envolvidos na

propulsão, otimiza o desempenho, proporcionando uma vantagem competitiva ao minimizar a resistência do ar e tornando a corrida um exercício que engaja todo o corpo.

3.2 Atrito com o Solo e Biomecânica

Para acelerar no sprint, a postura inicial ideal envolve: tronco inclinado para facilitar a biomecânica, apoio nos dedos para reduzir o atrito com o solo (especialmente importante devido à elasticidade dos tecidos), e a perna dominante à frente para uma propulsão inicial mais forte (aproveitando o maior atrito estático). Durante a aceleração, o corpo usa os tendões como molas para converter energia elástica em movimento. No entanto, aumentar demais a amplitude do movimento pode diminuir a frequência dos passos e prejudicar a velocidade, sendo crucial encontrar um equilíbrio entre a deformação do tendão (armazenamento de energia) e o ritmo das passadas para uma aceleração eficiente.

3.3 Inclinação do Corpo

Atletas inclinam o corpo na arrancada por dois motivos principais: **reduzir a área de contato com o ar**, diminuindo a força de arrasto, e **direcionar o vetor da força resultante para trás**, maximizando a impulsão para frente devido à biomecânica do movimento.

A diferença entre saltar e correr reside na direção da propulsão. No salto, a força é quase vertical, enquanto na corrida, o vetor velocidade tem componentes horizontal e vertical. Para otimizar a propulsão na corrida, o ideal é que o ângulo entre a força e o solo seja próximo de 0° .

Em corridas profissionais, os **sprint blocks** ajudam a alcançar esse ângulo ideal, permitindo que toda a velocidade gerada impulse o atleta horizontalmente. Sem sprint blocks, a **inclinação do corpo na arrancada auxilia a direcionar a força muscular para trás**, buscando uma maior eficiência na propulsão horizontal.

3.4 Força muscular e impulsão

A força de impulsão é gerada basicamente por quatro agrupamentos musculares — isquiotibiais, panturrilha, quadríceps e glúteo. O estudo de Nagai e Koike (2015) aponta a relevância da flexão plantar (o movimento de apontar os dedos para baixo) e que maiores torques na flexão plantar são cruciais na aceleração. Na prática, é o movimento de correr tocando a ponta do pé no chão, que além de reduzir drasticamente o atrito com o solo, como visto anteriormente, faz o corpo utilizar também a musculatura da panturrilha na corrida. O corpo humano é como um sistema de polias, como mostra a Figura 4, em que cada grupamento muscular gera uma tensão no sistema ossos-tendões, gerando uma força resultante no solo e impulsionando o corredor para frente.

Utilizando a 2ª lei de Newton no sistema de impulsão, temos $F_r = m \cdot a = m \Delta v / \Delta t$, e a força resultante efetiva, aquela que propulsiona o corpo para direção do deslocamento, considerando $v_0 = t_0 = 0$ é dada por $F_{re} = F_{glúteo} + F_{quadríceps} + F_{panturrilha} = m v / t \cdot \cos(\theta)$, onde θ é o ângulo entre a direção do movimento e a força exercida. Um fator de

análise biomecânica é averiguar se o corredor tem oscilação de altura durante as passadas, pois, se houver, significa que está desperdiçando energia se impulsionando para cima, o que também aumenta o impacto nas articulações.

3.5 Entrada do pé

Existem três tipos de passada, como ilustra a figura a seguir, que devem ser utilizadas no momento correto. Faz parte das técnicas de corridas saber o uso adequado de cada passada, saber o momento certo de usá-las é essencial para economia de energia e bom desempenho no esporte. Corredores iniciantes comumente não dominam essa técnica.

Passada A

A primeira passada é ideal para a fase de desaceleração por dois motivos: 1) a força normal de reação ao momento (causado pelo deslocamento), quando tocamos o solo com o calcanhar, tem componentes apontando para trás, diminuindo nossa velocidade, como mostrado na Figura 6; 2) o fator biomecânico, pois ao tocarmos o solo com o calcanhar, por inércia, o peso do corpo é lançado sobre as articulações dos joelhos, que agem como amortecedores, e ao enrijecermos os músculos da perna dificultamos a rotação dele, dissipando gradualmente a energia cinética no impacto com o solo. Se um corredor não desejar frear, a utilização dessa passada é um empecilho constante ao movimento, que além dos fatores acima, ainda haveria atraso entre a fase de entrada e a de propulsão, por conta do tempo entre o calcanhar tocar o solo e a inércia do corpo jogá-lo para frente, momento em que empurramos o chão para continuar o movimento. Na equação $V = \lambda \cdot f$, esse atraso diminuiria a frequência da passada, consequentemente, a velocidade da corrida.

Passada B

Na segunda passada, o pé toca o chão como um todo, e a força normal aponta para cima, compensando o peso. Pela inércia, o corpo tende a continuar seu deslocamento para frente, mas dessa vez com um amortecimento menor se comparado à primeira passada. Ao não contrairmos as musculaturas do pé e tornozelo, permitimos que a inércia gire o tornozelo suficientemente para nos deixar novamente na fase de propulsão, em que contraímos o quadríceps, esticando a perna e nos impulsionando. A vantagem dessa passada é a diminuição da exigência muscular, tornando a corrida viável em percursos maiores. Há aumento no coeficiente de atrito se comparado com a entrada do último tipo de passada e um aumento no tempo entre as fases de entrada e propulsão.

Passada C

Na passada c não há amortecimento do impacto e as fases de entrada e propulsão são as mesmas, pois, quando o pé toca o chão, haverá a explosão dos músculos do quadríceps e da panturrilha impulsionando o corpo para frente, além de reduzir significativamente o atrito com o solo. Portanto, é propício para acelerações rápidas, pois o método aumenta a frequência de passadas, diminui a energia dissipada pelas articulações e o atrito com o solo,

apesar do alto custo energético e do impacto brusco nas articulações, de modo que é ideal apenas para acelerações curtas.

3.6 Equilíbrio e Centro de Massa (C.M)

Como bípede, o ser humano naturalmente tem maior dificuldade para garantir seu equilíbrio, pois estabilidade no movimento e melhor desempenho requerem que o centro de massa (C.M) fique estável tanto no eixo lateral quanto no eixo sagital. A estabilidade do C.M, além de garantir que nenhuma parte do corpo sobrecarregue de forma assimétrica, garante que o centro de massa se locomova em linha reta. Falta de equilíbrio ou técnica inadequada de corrida pode levar o centro de massa a desempenhar leves trajetórias de zigue-zague, diminuindo a eficiência e o tempo final de uma corrida.

Na corrida, o movimento ideal é sincronizar braços e pernas de forma oposta (braço direito com perna esquerda). Correr com braço e perna do mesmo lado à frente desalinha o centro de massa (C.M.), causando oscilações e aumentando a distância percorrida, o que é ineficiente devido ao arrasto. Essa sincronia também gera rotação do tronco, desequilíbrio e deslocamento do C.M. O desequilíbrio prejudica o desempenho e aumenta o risco de lesões devido à distribuição de força desigual, já que o C.M. ideal para equilíbrio em pé está centralizado sobre os pés.

MATEMÁTICA

Olimpíadas 2021: entenda como a matemática é usada nos esportes:
<https://acusticafm.com.br/olimpiadas-2021-entenda-como-a-matematica-e-usada-nos-esportes>

- **Matemática na Pista de Atletismo de 400 Metros**

Aqui, são discutidas as aplicações matemáticas em pistas de atletismo, incluindo o cálculo de distâncias e tempos, e como esses fatores influenciam o desempenho dos atletas.

<https://youtu.be/XIGb8P0MZy8>

- **Otimização de Pistas de Corrida – Curva de Entrada:**

Este estudo aborda a otimização de pistas de corrida, focado na curva de entrada. Utilizando conceitos de física e matemática, o trabalho propõe um modelo que minimiza o tempo necessário para percorrer uma pista, considerando diferentes variáveis e simplificações para criar um modelo matemático eficaz.

https://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2013/relatorios_pdf/ctc/MEC/MEC-Rodrigo%20Sim%C3%B5es%20Pessoa.pdf?

A Matemática que Impulsiona a Corrida: Cálculos e Forças em Movimento:

A corrida, uma das formas mais naturais e acessíveis de exercício, é muito mais do que apenas colocar um pé na frente do outro. Por trás de cada passada, existe uma complexa interação de princípios matemáticos e físicos que determinam a eficiência, a velocidade e o desempenho do corredor. Este artigo explora a matemática intrínseca à corrida, desde o cálculo de passos e ritmo até a análise das forças musculares, da pressão exercida e da influência da gravidade.

1. Ritmo e Velocidade

O ritmo, frequentemente expresso em minutos por quilômetro ou milha, é uma medida da velocidade na corrida. Ele é calculado dividindo o tempo total da corrida pela distância percorrida.

- **Cálculo do Ritmo:**

Ritmo = Tempo / Distância

A velocidade, por outro lado, é a distância percorrida por unidade de tempo e pode ser calculada como:

- **Cáculo da Velocidade:**

$$\text{Velocidade} = \text{Distância} / \text{Tempo}$$

2. Forças Musculares e Impulsão

A corrida é um exercício que exige a coordenação de diversos grupos musculares. A força gerada por esses músculos é fundamental para a impulsão do corpo para frente.

- **Grupos Musculares:** Os principais grupos musculares envolvidos na corrida incluem:
 - Isquiotibiais
 - Quadríceps
 - Panturrilhas
 - Glúteos

A contração desses músculos gera tensão nos tendões, que atuam como molas, armazenando e liberando energia elástica para impulsionar o corpo.

3. Pressão e Impacto

Cada passada na corrida gera uma força de impacto entre o pé e o solo. Essa força pode ser várias vezes o peso do corpo do corredor, dependendo da velocidade, da técnica e do terreno.

- **Cáculo da Pressão:**

A pressão exercida pelo pé no solo pode ser calculada como:

$$\text{Pressão} = \text{Força} / \text{Área}$$

- Onde:
 - Força = Força de impacto
 - Área = Área de contato do pé com o solo

Corredores com maior peso ou que correm em alta velocidade experimentam maior pressão, o que pode aumentar o risco de lesões.

4. Gravidade e Centro de Massa

A gravidade exerce uma força constante sobre o corpo do corredor, puxando-o para baixo. Para se manter em movimento, o corredor deve gerar força suficiente para contrariar a gravidade e impulsionar o corpo para frente.

O centro de massa (CM) é o ponto onde o peso do corpo está concentrado. A posição do CM influencia o equilíbrio e a eficiência da corrida. Corredores eficientes mantêm o CM estável e minimizam a oscilação vertical, o que reduz o gasto de energia.

BIOLOGIA

BIOMECÂNICA DA CORRIDA | Ganhe velocidade, qualidade, evite lesões na corrida e outros esportes: <https://youtu.be/BHrSwadzNmI>



Fonte: https://youtu.be/84oHRZ0gzsg?si=US4eJIEc_eIA_TDt - Biomecânica da Corrida - Vídeo Aula

Comprimento e Frequência da Passada: A velocidade de corrida é determinada pelo produto do comprimento da passada pelo número de passadas por minuto (cadência).

- *Fórmula:* Velocidade = Comprimento da Passada × Cadência

Sistema Cardiovascular e Respiratório - Fisiologia da Corrida:

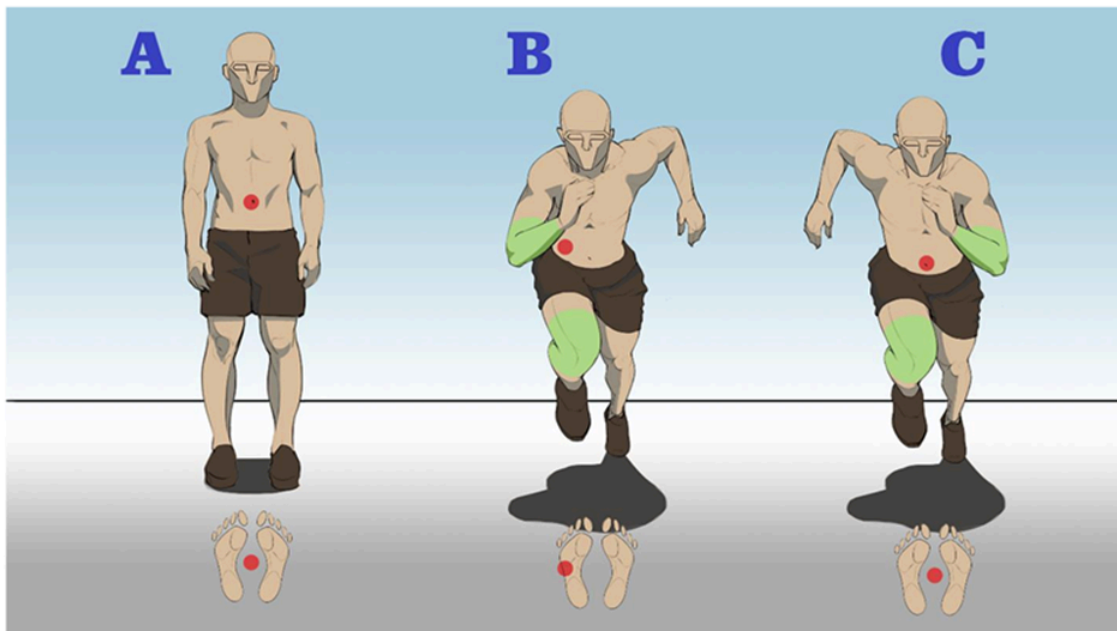
<https://youtu.be/ZvBJdoeYxGc>

Mecanismos Fisiológicos e Biomecânicos

A corrida é uma atividade física complexa que envolve diversos sistemas do corpo humano, como o musculoesquelético, cardiovascular, respiratório e nervoso. Veremos os principais aspectos biológicos e biomecânicos da corrida, com base em estudos científicos e dados de pesquisas acadêmicas.

1. Centro de Massa Corporal e Estabilidade Dinâmica

O centro de massa (CM) do corpo humano é um ponto virtual que representa a distribuição média da massa corporal. Durante a corrida, o CM oscila vertical e horizontalmente, influenciando a eficiência energética e a estabilidade.



Fonte: Michel Machado do Couto (2021)

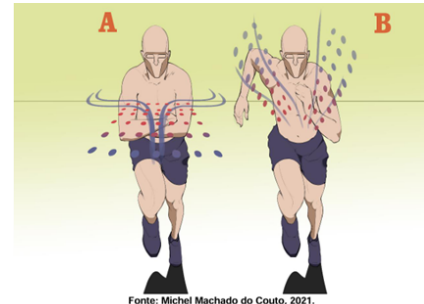
- Estudos mostram que corredores experientes mantêm um CM mais estável, reduzindo oscilações desnecessárias e melhorando a economia de corrida (Cavanagh & Williams, 1982).
- O posicionamento do CM afeta a cinética da passada: um CM muito alto aumenta o gasto energético, enquanto um CM muito baixo pode prejudicar a amplitude do movimento (Lieberman et al., 2010)

O correto durante a corrida é movimentar os membros superiores e inferiores de forma sincronizada e oposta, isto é, braço direito com a perna esquerda e perna esquerda com o braço direito, vendo a figura notamos que o C.M quando se corre na postura B não está centralizado, isso significa que o corpo irá oscilar, descrevendo uma trajetória de zig zag ligeiramente maior do que seria uma linha reta, sabendo da importância que o arrasto exerce sobre o corpo há outro fator que contribui para o desempenho do corredor, quando o braço a frente do corpo está no mesmo lado da perna de apoio a parcela de ar que não foi jogada para trás do corredor colidirá com o mesmo gerando uma tendência de rotação do tronco, diminuindo o equilíbrio, e alterando o C.M, na análise biomecânica o equilíbrio além do desempenho evita lesões, o C.M de um humano em pé fica aproximadamente no meio do retângulo formado pelos seus pés, quando há um deslocamento do C.M haverá uma distribuição de força assimétrica que será sustentada por algum membro do corpo, podendo causar lesões.

2. Fluxo de Ar e Demanda Respiratória na Corrida

A corrida exige um aumento significativo no consumo de oxigênio (VO_2), o que demanda maior eficiência no sistema respiratório.

- Durante a corrida, o fluxo de ar nos pulmões aumenta devido à maior frequência respiratória e volume corrente.
- Estudos indicam que atletas de endurance desenvolvem maior capacidade pulmonar e melhor difusão alveolar de O_2 (Wasserman et al., 2005).
- A resistência das vias aéreas diminui com o aquecimento, facilitando a ventilação durante exercícios intensos (Dempsey et al., 2006).



3. Sistema Nervoso e Controle Motor na Corrida

O sistema nervoso desempenha um papel crucial na coordenação muscular e no equilíbrio durante a corrida.

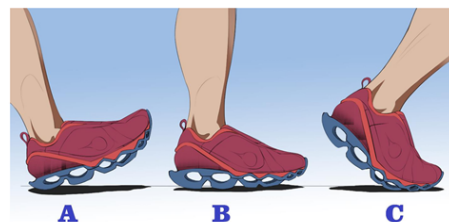
- O córtex motor primário e o cerebelo são responsáveis pelo controle fino dos movimentos rítmicos da corrida (Nielsen & Cohen, 2008).
- Os mecanorreceptores (como fusos musculares e órgãos tendinosos de Golgi) ajudam a ajustar a passada em resposta a irregularidades do terreno (Pearson & Gordon, 2000).
- A plasticidade neural permite que corredores adaptem-se a diferentes velocidades e terrenos com maior eficiência ao longo do tempo (Adkins et al., 2006).

4. Tipos de Passada e Eficiência Biomecânica

Existem diferentes padrões de passada, que influenciam a performance e o risco de lesões:

a) Corrida com Apoio no Calcanhar (Rearfoot Strike - RFS)

- Aterrissagem inicial com o calcanhar, comum em corredores recreacionais.
- Gera maior impacto nas articulações (quadril e joelhos), aumentando risco de lesões (Daoud et al., 2012).



b) Corrida com Apoio no Médio-Pé (Midfoot Strike - MFS)

- Distribuição mais equilibrada da força de impacto.
- Associada a menor risco de lesões e maior eficiência energética (Lieberman et al., 2010).

c) Corrida com Apoio na Parte Anterior do Pé (Forefoot Strike - FFS)

- Comum em velocistas e corredores de elite.
- Reduz o impacto no joelho, mas exige maior força da panturrilha e do tendão de Aquiles (Williams et al., 2000).

5. Adaptações Musculares e Metabólicas

A corrida promove adaptações fisiológicas significativas:

- Hipertrofia das fibras musculares tipo I (resistência) em corredores de longa distância (Costill et al., 1976).
- Aumento da densidade mitocondrial, melhorando a produção de ATP via metabolismo oxidativo (Holloszy, 1967).
- Liberação de endorfinas, que reduzem a percepção de dor e promovem bem-estar (Boecker et al., 2008).

Corrida de Longa Distância

A corrida de longa distância, envolve diversos desafios biomecânicos e fisiológicos, exigindo que o corpo humano se adapte para tornar o movimento mais eficiente e seguro, reduzindo a fadiga e o risco de lesões. A eficiência depende de fatores como força muscular, rigidez das pernas, amplitude de movimento das articulações e tipo de pisada.

Subidas e descidas alteram significativamente as forças envolvidas, exigindo respostas musculares específicas. Superfícies como areia, grama, pista ou esteira influenciam na mecânica da corrida, sendo a grama, por exemplo, menos agressiva para as articulações.

Calçados com diferentes características, como rigidez e forma da sola, afetam o desempenho e o conforto. Tênis minimalistas, quando usados com reeducação do padrão de pisada, podem melhorar a rigidez muscular e reduzir o impacto. Já o uso de "coelhos" durante a corrida ajuda a economizar energia ao reduzir a resistência do ar.

A fadiga prolongada modifica o padrão de movimento e pode comprometer os mecanismos de absorção de impacto, aumentando a probabilidade de lesões. O tipo de terreno, velocidade, ténis e biomecânica individual moldam a corrida e sua eficiência.

Aspectos Abordados

- **Desafios metodológicos:**
 - Estudos são geralmente feitos em esteiras, o que limita a representatividade do ambiente real de corrida (ruas, parques, subidas/descidas, tipos de solo).
- **Variáveis analisadas:**

- Cinética (forças), cinemática (movimentos), eletromiografia (atividade muscular), rigidez dos tecidos, calçados, padrões de pisada, inclinação do solo, fadiga, e tribologia (interações com o tênis e o piso).

REFERÊNCIAS

- física e biomecânica :

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/energia-cinetica.htm?utm>

https://repositorio.uninter.com/bitstream/handle/1/1185/ALYSON%20FERNANDO%20DE%20BARROS_3116254.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm

Material Acadêmico: "Física da Corrida – Biomecânica e Arrasto"

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Freservatoriodopamina.com.br%2Fblog%2Fbiomecanica-da-corrida%2F%3Fsrsltid%3DAfmBOopw6EH6uDqwKMFN4hZ8lcZAqx_WR_uCIXZCQ1tb8ehYqHb1L44t&psig=AOvVaw1mgplgiJdBQs5tkxLrd1Ya&ust=1746101078963000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYOrpoMahcKEwj03NnZ2_-MAxUAAAAHQAAAAAQBW

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepositorio.uninter.com%2Fbitstream%2Fhandle%2F1%2F1185%2FALYSON%20FERNANDO%20DE%20BARROS_3116254.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&psig=AOvVaw2h4ruUcOYCqNSMI2sFUWHg&ust=1746101634369000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYOrpoMahcKEwiQ3sng3f-MAxUAAAAHQAA AAAQBA

https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEWj2kOmw6v-MAxVAVUgAH93EUUYABAAGgJjZQ&co=1&gclid=Cj0KCOjwIMfABhCWARIsADGXdy-BoRjz4LgpbMd917zwEPq3gtlxWbWI591uX7I2CmZY7BFO5nvczoaAhGcEALw_wcB&ohost=www.google.com&cid=CAESVuD27zX7sPF1kuxlQJmrDmGikbtH2thoN4iy67lNvve5_W4XgtmR0ZV-eKJgOSFVRhAmQW6Zqg0LTyflJpSZYjaiejNPOwQVzdS6pU4t7NmzcsAM9Xc&sig=AOD64_3Nvorg0tJXzSuPi0CqkGDYObnAWQ&q&adurl&ved=2ahUKEwi9j-Ow6v-MAxVVH7kGHb7zH5kQ0Qx6BAgNEAE

<https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/ground-reaction-force>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2782094/>

<https://cadernosuninter.com/index.php/intersaberes/article/view/2381/1824>

- matemática:

https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/28065/3/AnaliseTecnicaCorrida.pdf?utm_source=chatgpt.com

<https://www.google.com/search?q=https://sciencedirect.com/journal/journal-of-biomechanics>

- biologia:

Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners | Nature
Vista do A influência do ar nas atividades de corridas | Revista de Educação Física / Journal of Physical Education

ALYSON FERNANDO DE BARROS_3116254 (2).pdf

document (2).pdf - Universidade Presbiteriana Mackenzie

Novos Conceitos na Avaliação da Limitação Ventilatória durante O exercício: A Curva Débito-volume no exercício: Revista Portuguesa de Pneumologia: Vol 6, No 4

The olympic brain. Does corticospinal plasticity play a role in acquisition of skills required for high-performance sports? - Nielsen - 2008 - The Journal of Physiology - Wiley Online Library

SciELO Brasil - NASCIDOS PARA CORRER: A IMPORTÂNCIA DO EXERCÍCIO PARA A SAÚDE DO CÉREBRO NASCIDOS PARA CORRER: A IMPORTÂNCIA DO EXERCÍCIO PARA A SAÚDE DO CÉREBRO

Biochemical adaptations in muscle. Effects of exercise on mitochondrial oxygen uptake and respiratory enzyme activity in skeletal muscle - PubMed

Museu Escola - Unesp Botucatu /SP

Compañeros Quiromasaje Barcelona Viernes 2015-2016: 2016