

AACD

Momentos

- Força que ocorre através de um fulcro, no caso, uma articulação
- $M = F \times D$
- Momento externo- força de reação ao solo, gravidade e inércia
- Momento interno- ação muscular, ligamentos, cápsulas

AACD

Cinética - Momento

$M = F \times d$

TABELA 5-1. FASE DE APOIO DO CICLO DA MARCHA

Contato Inicial (ver Fig. 5-5)
 Intervalo: 0% do ciclo da marcha
 Tarefa: aceitação de peso
 Eventos críticos: o tornozelo é posicionado de forma que o calcanhar entre em contacto com o solo em primeiro lugar quando o pé entra em contacto com o chão
Cinemática
 Tornozelo: 0°
 Joelho: 0°
 Quadril: 25° de flexão
Cinética
 Tornozelo: momento externo de flexão plantar, que é equilibrado pelo momento interno de dorsiflexão produzido pelo tibial anterior
 Joelho: momento externo de extensão; atividade dos isquiotibiais desacelera o membro em avanço
 Quadril: momento externo de flexão, controlado pelo momento interno de extensão por contração dos isquiotibiais, que também contribui para a desaceleração

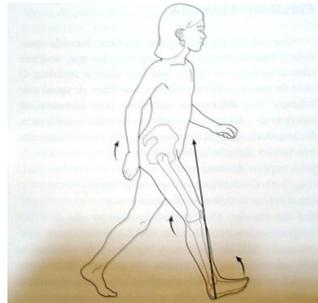


FIGURA 5-5. Contato inicial. A seta longa representa a força de reação do solo. Sua posição relativa a cada articulação determina o momento externo. As setas menores representam os momentos internos líquidos que são gerados pelos músculos e outras estruturas de tecido mole que cruzam cada articulação.

Resposta de Carga (ver Fig. 5-6)

Intervalo: 0-10% do ciclo da marcha
 Tarefa: aceitação do peso; o choque é absorvido, primariamente pelo quadríceps, à medida que o movimento para frente é preservado
 Eventos críticos: flexão plantar controlada no tornozelo e flexão no joelho; estabilidade do quadril
Cinemática
 Tornozelo: 10° de flexão plantar
 Joelho: 15° de flexão
 Quadril: 25° de flexão
Cinética
 Tornozelo: momento externo de flexão plantar; momento interno de dorsiflexão pelo tibial anterior desacelera e estabiliza o pé e avança a tibia anterior para o vetor da força de reação do solo
 Joelho: momento externo de flexão; momento interno de extensão pelo quadríceps estabiliza o joelho em flexão e absorve o choque do contato com o solo
 Quadril: diminuição do momento externo de flexão à medida que o corpo avança; atividade dos extensores e abdutores dos quadris estabiliza o quadril e a pelve

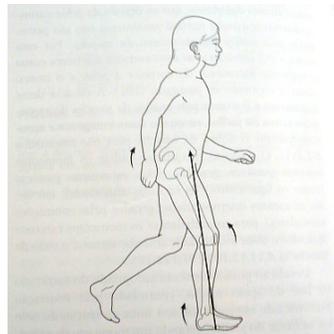


FIGURA 5-6. Resposta de carga. A absorção do choque pelo quadríceps e a flexão plantar do tornozelo controlada são os eventos centrais. A flexão plantar do tornozelo estabelece o movimento em mataborrão (ou cadeira de balanço) que será executado no nível do calcanhar e constitui o primeiro rocker, que envolve o calcanhar. Setas longas, força de reação do solo; setas curvas, momentos internos líquidos gerados pelos músculos que cruzam cada articulação.

Ciclo de marcha

- Contato inicial/Resposta a carga
 - 0 - 10% do ciclo
 - Duplo apoio
 - Absorção do impacto
 - Transferência de peso

Apoio médio (ver Fig. 5-7)

Intervalo: 10-30% do ciclo da marcha

Tarefa: suporte de membro único; o corpo progride sobre o pé de forma controlada; momento para frente é gerado pelo membro contralateral em fase de balanço

Eventos críticos: progresso tibial controlado

Cinemática

Tornozelo: 5° de dorsiflexão

Joelho: 0°

Quadril: 0°

Cinética

Momento externo de dorsiflexão do tornozelo; momento interno de flexão plantar pelo sóleo desacelera a dorsiflexão do tornozelo, estabiliza a

tíbia e controla a posição do vetor da força de reação do solo no joelho e no quadril
 Joelho: o momento externo muda de flexão para extensão à medida que o vetor da força de reação do solo move-se anteriormente; momentos internos musculares não são mais necessários para estabilidade articular após o vetor passar na frente do joelho
 Quadril: o momento externo muda de flexão para extensão à medida que o vetor da força de reação do solo move-se posteriormente; momento interno de extensão gerado pelo glúteo máximo não é mais necessário; a pelve é estabilizada no plano coronal pela ação do glúteo médio (i. e., momento interno de abdução)



FIGURA 5-7. Fase de apoio médio. Após a força de reação do solo (seta longa) cair na parte da frente do joelho, gerando um momento de extensão externo, e na parte de trás do quadril, gerando um momento de extensão externo, os momentos internos gerados por músculos não são mais necessários para garantir a estabilidade articular. Esse é um dos eficientes mecanismos de energia frequentemente perdidos em desvios patológicos da marcha. O avanço da tibia sobre o pé constitui o segundo rocker, ou do tornozelo, e é controlado por um momento interno de flexão plantar do tornozelo (seta pequena).

AACD

Ciclo de marcha

- Médio apoio
 - 10 - 30% do ciclo
 - Apoio simples
 - Progressão do corpo sobre o pé estacionário

Apoio Terminal (ver Fig. 5-8)

Intervalo: 30-50% do ciclo da marcha
 Tarefa: suporte de membro único; o corpo passa na frente do pé, e a progressão para frente é acelerada pela energia cinética gerada primariamente pelos flexores plantares do tornozelo

Eventos críticos: elevação do calcanhar

Cinemática

Tornozelo: 10° de dorsiflexão

Joelho: 0°

Quadril: 20° de extensão

Cinética

Tornozelo: o momento externo de dorsiflexão máxima é oposto ao momento interno de flexão plantar pela ação do gastrocnêmio, levando à elevação do calcanhar à medida que o corpo avança para frente; esse músculo é a principal fonte de força, acelerando o membro à medida que ele entra na fase de balanço

Joelho: o momento externo de extensão está diminuindo, mas nenhum momento interno muscular é necessário para manter a estabilidade

Quadril: o momento externo de extensão máxima é atingido à medida que o corpo avança



FIGURA 5-8. Fase de apoio terminal. A elevação do calcanhar ocorre à medida que o corpo avança e os flexores plantares do tornozelo resistem ao grande momento externo dorsiflexor. (Isso constitui o terceiro rocker, ou do antepé). Seta longa, força de reação do solo; seta curva, momento interno de flexão plantar.

Ciclo de marcha

- Apoio terminal
 - 30-50% do ciclo
 - Apoio simples
 - progressão

Initial Contact Terminal Stance Pre-swing

Pré-balanço (ver Fig. 5-9)

Intervalo: 50-60% do ciclo da marcha

Tarefa: avanço do membro em balanço; o principal objetivo é a preparação e o posicionamento do membro para o balanço

Eventos críticos: flexão passiva do joelho

Cinemática

Tornozelo: 20° de flexão plantar

Joelho: 40° de flexão

Quadril: 0°

Cinética

Tornozelo: flexão plantar passiva à medida que o membro é aliviado da carga

Joelho: flexão passiva à medida que o membro é aliviado da carga; o reto da coxa, um músculo biarticular, pode ajudar na transferência de energia entre o joelho e o quadril nessa subfase

Quadril: flexão passiva à medida que o membro é aliviado da carga.

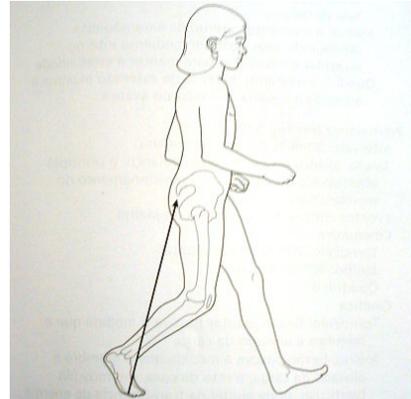


FIGURA 5-9. Pré-balanço. Ocorrem flexão plantar "passiva" do tornozelo, flexão do joelho (i. e., ausência de momentos internos musculares) e flexão ativa do quadril à medida que o membro é aliviado da carga. Seta longa, força de reação do solo.

AACD

Ciclo de marcha

- Pré-balanço
 - 50-60% do ciclo
 - Duplo apoio
 - Preparação para a transição
 - Transferência de peso

Initial Contact, Terminal Stance, Preswing, Toe Off

Balanço Inicial (ver Fig. 5-10)
 Intervalo: 60-75% do ciclo da marcha
 Tarefa: avanço do membro em balanço; aceleração variável é possível
 Eventos críticos: *clearance* (liberação) do pé
 Cinemática
 Tornozelo: 10° de flexão plantar
 Joelho: 60° de flexão
 Quadril: 15° de flexão
 Cinética
 Tornozelo: a musculatura pré-tibial gera um momento de dorsiflexão; diminuição do alinhamento da flexão plantar contribui para a *clearance* do pé
 Joelho: em cadência normal, o aumento da flexão do joelho é determinado por momentos de flexão externa gerados por forças gravitacionais e inerciais; a uma cadência mais lenta, um momento de flexão interna, gerado pelos isquiotibiais laterais, pode estar presente (63,100); a uma cadência mais rápida, o reto da coxa contribui para aceleração do membro ao gerar um momento de extensão no joelho (21,110)
 Quadril: os flexores e adutores geram um momento de flexão interna, que contribui para o avanço e aceleração do membro

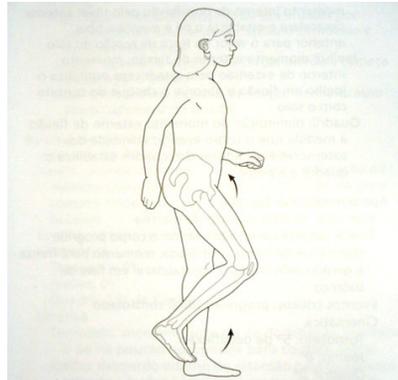


FIGURA 5-10. Fase de balanço inicial. A flexão do quadril, flexão ou liberação do joelho e dorsiflexão do tornozelo contribuem para a *clearance* do membro. Setas curvas, momentos internos de flexão do quadril e de dorsiflexão do tornozelo.

AACD

Ciclo de marcha

- Balanço inicial
 - 60 - 73% do ciclo
 - Aceleração
 - Liberação do pé

Toe Off Initial Swing Mid

Médio-balanço (ver Fig. 5-11)
Intervalo: 75-90% do ciclo da marcha
Tarefa: avanço do membro em balanço
Eventos críticos: alinhamento vertical da tibia;
clearance do pé

Cinemática

Tornozelo: 0°

Joelho: 25° de flexão

Quadril 25° de flexão

Cinética

Tornozelo: momento interno de dorsiflexão por contração do tibial anterior após o tornozelo e evita a queda do pé

Joelho: momento externo de forças inerciais começa a estender o joelho

Quadril: momento externo de forças inerciais causa flexão adicional do quadril

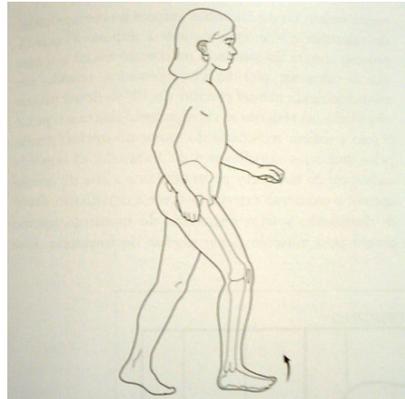


FIGURA 5-11. Fase de balanço médio. Momentos externos gravitacionais e inerciais dominam no quadril e no joelho. A posição do tornozelo para clearance é determinada por um momento interno de dorsiflexão (seta curva).

AACD

Ciclo de marcha

- Balanço médio
 - 73 - 87% do ciclo
 - Transição entre a flexão e extensão do joelho
 - Liberação do pé

Diagrama do ciclo de marcha com três fases: Toe Off, Midswing e Terminal Swing. O diagrama mostra a posição do pé e do corpo em diferentes pontos do ciclo.

Balanço terminal (ver Fig. 5-12)
Intervalo: 90-100% do ciclo da marcha
Tarefa: avanço do membro em balanço, realização de máximo comprimento de passo, posição do pé para contato inicial e desaceleração do membro em balanço
Eventos críticos: extensão do joelho para neutro
Cinemática
Tornozelo: 0°
Joelho: 0°
Quadril: 25° de flexão
Cinética
Tornozelo: momento interno de dorsiflexão mantém o pé na posição apropriada para contato inicial
Joelho: momento interno de extensão pelo quadriceps estende o joelho para apoio; momento interno de flexão pelos isquiotibiais desacelera e estabiliza o avanço do membro em balanço
Quadril: momento interno de extensão pelos isquiotibiais contribui para desaceleração

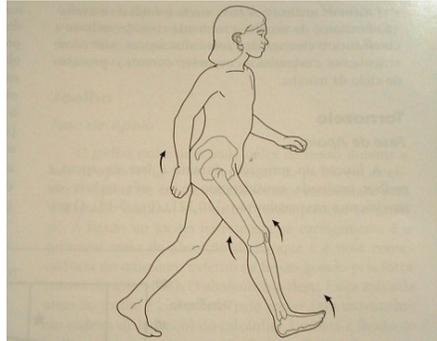


FIGURA 5-12. Fase de balanço terminal. Momentos internos musculares no quadril, joelho (i. e., momentos de extensão e flexão simultâneos) e tornozelo desaceleram o membro e o posicionam corretamente para a iniciação da fase de apoio subsequente. Setas curvas, momentos gerados pelos músculos que cruzam cada articulação.

AACD

Ciclo de marcha

- Balanço terminal
 - 87 - 100% do ciclo
 - desaceleração
 - Posicionamento para o contato inicial

Terminal Swing Initial Contact

AACD

■ 3° rolamento- antepé

AACD

■ 2° rolamento- tornozelo

AACD

Mecanismos de rolamento

■ 1° rolamento- calcâneo

AACD

Determinantes da marcha

- Rotação interna e elevação da pelve no início do apoio
- Flexão dos joelhos no início do apoio
- Adução dos quadris e valgo dos joelhos no duplo apoio
- Mecanismos de rolamento

AACD

Pré-requisitos da marcha normal

- Estabilidade o apoio
- Liberação do pé no balanço
- Comprimento de passo adequado
- Posicionamento do pé adequado para o contato inicial
- Conservação de energia

MARCHA

TARCISIO

OBJETIVO: transporte do corpo

CICLO: período entre 2 impactos do mesmo calcâneo

COMPRIMENTO DA PASSADA: distancia entre impacto de um pe e do outro

COMPRIMENTO DO PASSO: do calcâneo de um pe ate o outro calcâneo, no período de apoio duplo

CADENCIA: no de passos por minuto

VELOCIDADE:

CENTRO DE GRAVIDADE:

CICLO NORMAL DA MARCA

- **APOIO (FA)(posição ou acomodação de posição):** qdo pe em contato com o solo 60% do ciclo, 25% deste no duplo apoio (5 FASES):
 - Apoio do Calcâneo: joelho em extensão 15% FA
 - Aplanamento do pe: transmissão da carga pela lateral do pe
 - Acomodacao intermediaria (posição media): equilíbrio sobre perna de apoio

- Desprendimento do calcânhar (todo peso nas cabeças dos meta): quadril e joelho em flexão. Aqui a perna contra-lateral já está começando a tocar o solo.
- Desprendimento do halux: aceleração (5% do ciclo da marcha)
- OSCILACAO (ou balanço): pe não está no solo, peso no membro oposto. 40% do ciclo: 3 FASES
 - Aceleração, ou balanço inicial 10% da FO, flexão máxima do joelho (65°), para o pé não arrastar no solo
 - Oscilação intermediária ou balanço médio, 80% FO, membro em balanço ultrapassa o de apoio e o joelho começa a estender.
 - Desaceleração, ou balanço final, 10% da FO

FORÇAS QUE ATUAM NO CORPO

Gravidade: 5cm a frente de S2, 55% de sua altura, interseção dos planos sagital e coronal.

Movimentação do CG: Plano vertical: amplitude de 4,5cm. Ponto mais alto na fase de acomodação intermediária. Plano horizontal: amplitude de 4,5cm. Máximo na acomodação intermediária. Na soma disso, é uma curva sinusoidal dupla.

Contração do solo: marcha altera com tipo de solo

Conservação de energia: largura da base não deve ser maior que 10 cm entre os calcâneos, ou se suspeitara de alteração cerebelar. 100 passos por minuto, 100 calorias a cada 1,5km. Comprimento do passo: 40cm.

Posição dos segmentos e movimentos articulares: Determinantes da marcha (mecanismos de suavidade da marcha):

- 1- rotação pélvica (horizontal, 4° p/ frente e p/ trás balanço e apoio respectivamente, total 8°. Quadril do apoio roda lateral e o do balanço roda medial. Isso alarga o comprimento da passada evitando uma maior amplitude do CG.
- 2- inclinação pélvica: abaixa o lado do balanço e flete o joelho. Isso diminui o deslocamento vertical do CG. 5°
- 3- posições do joelho: flexão do joelho diminui o deslocamento vertical do CG.
- 4- movimentos combinados do tornozelo e joelho. No choque calcâneo tnz ext, joelho ext, centros de rotação abaixado e elevado respectivamente, e isso vai se alternar no aplainamento, quando o joelho flete e tnz estende
- 5- deslocamento lateral da pelve: desvio 2,5cm horizontalmente em direção ao lado do apoio.

A amplitude dos mmss é contrária à dos mmii

Ação muscular

Na corrida, a fase de duplo apoio vai diminuindo até sumir.

Quanto mais jovem, mais próximo do chão está o centro de massa

ACAÇÃO MUSCULAR NA MARCHA

Atividade muscular principal ocorre nos 10% finais da fase de desaceleração, atividade máxima no choque do calcâneo.

Acomodação intermediária: panturrilha tem ação importante

Nos 10% final do apoio, os eretores da coluna e adutores do quadril tem atividade máxima.

Dorsoflexores do pé contraem concentricamente no início da oscilação

No choque do calcâneo, a subtalar está invertida, gastando mais o lado lateral do tênis (subtalar não travada). Quando o pé se apoia totalmente no solo (aplanamento), subtalar está evertida (travada), e o outro lado está entrando em oscilação.

A ação máxima do tríceps e máxima no desprendimento do calcâneo.

O quadríceps: no final do balanço já está ativo, e assim fica até a fase de apoio, quando se contrai excentricamente para permitir a flexão do joelho. Quando a coxa em balanço passa pela linha do corpo. Então contrai concentricamente na marcha rápida ou corrida, quando a fase de apoio é menor.

No impacto calc: glúteo Max, méd, min, eretor da coluna e fascia lata (músculos que equilibram o a pelve e sustentam o tronco) estão mais atuantes.

Aceleradores do quadril: Iliopsoas, sartório, tensor fascia lata, adutores longo e magno

Iliopsoas predomina no final do apoio, e os outros no início do balanço

Grácil, ST, SM, bíceps: desaceleram o membro balancante

DESENVOLVIMENTO DA MARCHA

MARCOS CRONOLÓGICOS (começa 6 aumenta 3 em 3)

6M Sentar

9M Engat

12M Deambular com aux

15M Deambular sem aux

18M Correr

Cadência rápida, passos curtos.

Maturação da marcha depende do desenvolvimento SNC, e é total com 4 anos, progride cefalo-caudalmente, no homem mais precoce.

MARCHA PATOLÓGICA

Inspeção quando entra no consultório

Andar ponta de pé

Andar calcâneo

Correr

Subir escada

Caminhar com um pé atrás do outro (andar em linha), olhos abertos e fechados

Andar em volta de uma cadeira

Andar de lado

Andar rápido

Parar subitamente

Andar com orteses se houverem

Doenças neurológicas:

Som chapado da marcha do pé caído

Pisar da ataxia

Pés arrastados

Desgaste da sola

Debilidade muscular = depende do local

Geralmente centro de gravidade e deslocado para o lado do músculo paralisado

Glúteo médio: eleva pelve oposta. Se insuficiente, desvia tronco do lado debilitado. Mais evidente na fase de apoio intermediária.

Glúteo Máximo: extensor. Se paralisia, hiperextende tronco qdo apoiado no membro afetado. Mais comum na fase de apoio intermediária

QDO FALHA UM MUSCULO O CORPO VAI EM DIRECAO A ELE

Quadríceps: essencial para subir escadas e estabilizar joelho. Se andar em solo plano quase não tem alterações. Bloqueia joelho na fase do apoio. Se ausente, paciente leva tronco para frente e segura parte da frente da coxa com a mão. Mais notada no apoio do calcanhar e fase de apoio intermediária.

Gastroc, soleo, tríceps: final do apoio. Se paralisado, marcha em calcâneo ou do pé plano

Pré-tibiais: tib ant, ELH, ELD: na fase oscilação não consegue manter pé dorsofletido. Para não arrastar pé, eleva e roda externo todo o membro. A ponta do sapato, pode tocar o solo e produz marcha escarvante. Na fase de apoio não se aplaina corretamente e cai bruscamente no solo após o apoio calcâneo

Musculatura post: ST, SM, bíceps: desaceleram oscilação. Se hipotônico, calcâneo se chocara abruptamente e hiperextende o joelho, simulando marcha atáxica

Encurtamento de mmii pode produzir claudicação até 1,25cm pode passar despercebida. Mantem equino tornozelo para compensar

Medições real e aparente.

Marchas com alteração de rotação

Avaliar anteversão femoral e torção tibial

Método de STAHELI: DDV, roda coxa int e ext. Pé muito para fora (encostando na maca) representa anteversão femoral, marcha em periquito.

Teste do rolo de macarrão, rolagem

Roda coxa int e ext com joelho fletido (sentado)

Marcha antálgica: fase de apoio encurtada, passos rápidos

Dist neurológicos

-ESPÁSTICA: hipertonia, hiperreflex, exagero reflexo muscular do estiramento, desequilíbrio de certos grupos musculares. Resultado: marcha dedo-dedo, dedo-calcâneo, plantígrado. Som de arrastar ou bater o pé. Força motora pode ser zero. Deformidades do pé podem ocorrer. Padrão mais comum: joelho quadril fletidos e tornozelo em equino. Joelho rígido na fase de balanço. Joelhos podem se chocar (marcha em tesoura). Pode haver assoc marcha em trendelemburg. Não balança mmss, ombros aduzidos, cotov flet, punho e dedos fletidos. Problema e central

-MARCHA ATÁXICA = 3 tipos

1. ATAXIA MEDULAR: interrupção das vias proprioceptivas na medula espinhal e tronco cerebral. Perda de propriocepção e orientação espacial. Se olhos abertos, pode não ser percebida, mas se fecha os olhos, pisa forte com pé hipertônico (pisada dupla, ou dois tapas). EF: criança olha para os pés.

2. ATAXIA CEREBELAR: olhos abertos ou fechados, instável, base alargada, não consegue andar em linha

3. ATAXIA MISTA: como na de FRIEDREICH, (medular e cerebelar, com envolvimento de colunas posteriores, tratos esptalamicos, colunas laterais e cerebelo. Não tem reflexo patelar, babinnski positivo, nistagmo e outros achados musculoesqueleticos podem estar presentes.

MARCHA DISTROFICA: em miopatias, típica da distrofia muscular progressiva. Dificuldade em correr e subir escadas, lordose lombar exagerada e gingado da pelve. Inclinação lateral e rotação da pelve, para compensar insuficiência dos glúteos. Usa muito músculos do tronco e mmss, (marcha em pingüim). Para levantar-se tem que se escalar (sinal de gowers). Na distr muscular DUCHENE, pescoço flexionados, ombros retraídos, coluna vertebral lordótica, pés eqüinos e joelhos flexionados.