

BIOMECCANICA DEL PASSO

Il passo è l'intervallo di tempo che intercorre tra due urti successivi dello stesso tallone. Si può dividere in fase di appoggio e in fase di oscillazione. La fase di appoggio inizia con l'urto del tallone e termina con il distacco del piede dal suolo. Questa fase è circa il 60% del passo, questo vuol dire che per un istante tutti e due i piedi toccano il suolo.

La fase di appoggio si può dividere a sua volta in altre tre fasi che sono:

- Contatto = inizia quando il calcagno tocca il suolo e finisce nell'istante successivo al sollevamento dell'altro piede. L'intero peso grava sul piede d'appoggio e c'è una distribuzione del peso sull'articolazione calcaneo-cuboidea. Una volta completato l'appoggio la sottoastraglica pronata e la gamba ruota verso l'interno. La parte mediale del piede solitamente non appoggia mai.
- Intermedio = finisce quando il tallone si solleva. C'è una rotazione verso l'esterno della gamba e la sottoastraglica inizia la supinazione. Il carico è distribuito sulla parte laterale del piede.
- Propulsione = finisce con il distacco del piede. La gamba continua a ruotare verso l'esterno mentre il carico si distribuisce sulle dita.

La lunghezza del passo è la distanza tra due appoggi del solito tallone, la lunghezza del passo anteriore invece è la distanza tra l'appoggio dei due talloni. La larghezza del passo è la distanza sul piano frontale tra l'appoggio del tallone e la linea mediana del passo. Questa tende ad aumentare se aumentiamo la velocità del passo e tende a diminuire l'angolo del passo.

Durante il passo il centro di massa forma delle sinusoidi sia sul piano sagittale che sul piano trasverso. Si può notare mettendo un marker sul bacino. La velocità con cui si muove il centro di massa non è costante, è massima nel momento di contatto ed è minima quando il centro di massa si trova nella posizione più alta.

La velocità del cammino è il prodotto tra la frequenza e la lunghezza media del passo. Noi per camminare più veloce le utilizziamo entrambe.

Nella fase di contatto il piede è inclinato verso l'alto mentre nella fase di propulsione è inclinato verso il basso. Nella fase di sospensione, quando la gamba è verticale, il piede è in posizione orizzontale.

Per quanto riguarda le forze piede-suolo si possono schematizzare, per la componente verticale, come un grafico a cammello. Nella fase di contatto si raggiunge una forza di poco superiore al peso del corpo perché c'è un'azione dinamica. Nella fase intermedia decresce fino al 75% del peso corporeo per poi riaumentare fino al 125% nella fase di propulsione sempre a causa dell'azione dinamica.

BIOMECCANICA DELLA MANO

La mano è un organo di azione e di senso. È l'organo di mediazione tra l'uomo e l'ambiente.

La presa può essere distinta per qualità e morfologia. Per quanto riguarda la qualità esiste la presa di precisione o quella di forza. Per la morfologia invece può essere digito-palmare, interdigitale, pollici-digitale e a gancio.

La mano è costituita da 5 catene cinematiche aperte e da molte ossa, questo permette di poter adattare la mano all'oggetto che devo prendere a ad assumere diverse morfologie grazie all'elevato gradi di libertà. Le modalità di adattamento possono avere come criterio di ottimo: la velocità, potenza, precisione, estetica del gesto e dispendio energetico. Questa ottimizzazione è fatta in campo dinamico, ovvero varia istante per istante.

I muscoli sono numerosi e si possono dividere in:

- Intrinseci = risiedono nell'unità funzionale della mano. Grazie a bracci di lev favorevoli fanno un'azione di stabilizzazione e modulazione.
- Estrinseci = originano mediante tendini e risiedono nell'avambraccio. Sono quelli che danno forza

ANATOMIA

- Il polso consente l'adeguato posizionamento della mano rispetto all'avambraccio. Non esiste la pronazione ma solo la supinazione. Sono presenti molti legamenti che forniscono stabilità nel polso. Ci sono 4 sistemi legamentosi: anteriore, posteriore, radiale e ulnare. Anche i muscoli motori sono molti e nessuno ha un'azione pure quindi ad una flessione o estensione è sempre accompagnata una adduzione o abduzione.
- Il pollice è l'elemento più importante della mano in quanto ci distingue dagli altri animali. La possibilità di opposizione ci dà potenza e precisione. Il coordinamento motorio del pollice è molto complesso e per questo è complessa anche la riparazione del pollice. Patologie al pollice hanno influenze molto gravi sull'uso della mano.
- Le dita lunghe sono composte da 4 segmenti scheletrici: metacarpo, falangi prossimali, falangi mediali e falangi distali. Un coordinamento tra muscoli agonisti e antagonisti consente al dito di assumere più configurazioni.

BIOMECCANICA DEL GINOCCHIO

Il ginocchio è costituito dall'articolazione femoro-rotulea e dalla femoro-tibiale. Fornisce mobilità, stabilità agli arti inferiori e permette flessione e rotazione.

Durante la flessione-estensione il movimento avviene su tutti i piani dello spazio ma soprattutto su quello sagittale.

- Sul piano frontale esiste un movimento di abduzione e adduzione ed è influenzato dall'ampiezza della flessione, infatti aumenta con la flessione fino a 30° dopo di che il movimento sul piano frontale viene fermato dai tessuti molli. È causato anche dai due condili diversi.
- Sul piano sagittale i movimenti sono flessione ed estensione. In questo caso il movimento è di rotolamento e di scivolamento perché se ci fosse solo rotolamento il piatto tibiale risulterebbe troppo corto per i condili femorali e si arriverebbe alla lussazione posteriore del femore. In estensione massima il condilo comincia la fase di rotolamento alla quale si aggiunge quella di scivolamento che rimane la solita componente negli ultimi gradi di flessione. Lo scivolamento avviene prima sul condilo interno e poi su quello esterno a causa dell'asimmetria dei due condili.

ASSE DI FLESSO-ESTENSIONE = questi assi giacciono sul piano obliquo a causa della differenza tra i raggi di curvatura dei due condili, se consideriamo anche lo scivolamento diverso per i due condili l'asse è ancora più obliquo. Quando il movimento di rotolamento è a fine ed è massimo quello di scivolamento l'asse si è spostato da anteriore a molto posteriore.

- Sul piano trasverso si ha la rotazione interna ed esterna. La rotazione è di due tipi: automatica (causata dal fatto che i due condili hanno raggi di curvatura diversi), e assiale libera. La rotazione assiale libera dipende dal grado di flessione del ginocchio ed avviene su entrambi i condili.

ASSE DI ROTAZIONE ASSIALE LIBERA = non è perfettamente mediano a causa dell'asimmetria dei compartimenti, non è fisso ma tende ad arretrare nel corso della flessione descrivendo un arco di cerchio intorno alla spina tibiale anteromediale. Anche questo da anteriore in estensione diventa posteriore in flessione.

Le due superfici degli assi si intersecano su una curva che il luogo geometrico dei centri articolari del ginocchio, ovvero in corrispondenza della gola intercondiloidea.

STATICA

La forza valgzante pone il sistema in equilibrio ed è sviluppata dai gruppi muscolari laterali. Una deformità del ginocchio in senso varo o valgo è causa di aumento delle forze che agiscono sull'articolazione poiché l'equilibrio del ginocchio risulta turbato. La forza articolare può essere diverse volte maggiore del peso del corpo.

DINAMICA

La forza di reazione articolare corrisponde a 3-4 volte il peso del corpo e si accompagna ad una contrazione dei muscoli flessori mediali con effetto di freno e stabilizzazione del ginocchio. Durante le fasi del passo, la forza di reazione articolare si sposta dal piatto tibiale mediale a quello

laterale. Con il ginocchio esteso il 50% delle forze di compressione passa attraverso il menisco, infatti l'asportazione del menisco provoca notevoli alterazioni della distribuzione dei carichi poiché accoglie i condili femorali, fa sì che le superfici di contatto tra femore e tibia siano più ampie e che quindi ci sia maggiore distribuzione dei carichi.

La forza articolare del ginocchio e sui muscoli varia con l'angolo di flesso-estensione.

- FASE DI CONTATTO = sul piano orizzontale è presente una rotazione con avvitemento dei crociati, questo da stabilità. Sul piano sagittale è presente una forza orizzontale che spinge i condili femorali in avanti ed una forza verticale. Sul piano frontale si hanno spinte che portano al varismo.
- FASE DI OSCILLAZIONE = il ginocchio è in flessione e il femore scivola sulla tibia.
- FASE DI PROPULSIONE = il centro di gravità è in avanti rispetto al centro articolare della caviglia e molto laterale rispetto all'asse di marcia. In questa fase si ha lo srotolamento dei crociati con rotazione interna del femore ed esterna della tibia che è spinta in valgo.

LEGAMENTI

Limitano il movimento tra femore e tibia e aiutano ad avere una corretta mobilità articolare. Sono costituiti da fibre parallele flessibili di collagene che reagiscono solo a trazione e non a compressione.

Hanno tre proprietà che influenzano e regolano il movimento: sede di origine e inserzione, lunghezza e rigidità.

La stabilità del ginocchio è garantita da elementi passivi ed elementi attivi:

- La stabilità passiva è data dalle strutture legamentose che sono: legamenti crociati (rotazione interna=avvolgimento, rotazione esterna=svolgimento), strutture periferiche mediali (limitano rotazione esterna e danno stabilità laterale), strutture periferiche laterali (si oppongono a forze di varismo e limitano la rotazione esterna).
- La stabilità attiva deriva dalle azioni muscolari: quando i legamenti sono sottoposti a forze eccessive intervengono i muscoli per avvicinare le strutture articolari e scaricare i legamenti

Nella rotazione interna i crociati sono in tensione e aumenta la forza di compressione tra femore e tibia aumentando la stabilità passiva. Nella rotazione esterna invece i crociati sono allentati e vanno in tensione le strutture periferiche.

Il sistema dei legamenti crociati può essere rappresentato come un sistema a quattro barre

ARTICOLAZIONE FEMORO-ROTULEA

Il sistema estensore è formato da quadricipite, rotula e tendine rotuleo. Sulla rotula arriva il tendine del quadricipite e prosegue fino ad attaccarsi alla tibia. Questo si chiama tendine rotuleo, è molto grosso e forte perché i carichi sono alti. Con l'equilibrio delle forze nasce una forza che dalla rotula spinge sul femore e si oppone allo scorrimento.

La rotula serve per allontanare il tiro del quadricipite dal femore al fine di stabilizzare, ha quindi la funzione di distanziare.

