



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 714

DATA: 07/10/2013

A P P U N T I

STUDENTE: Bessone

MATERIA: Bioingegneria Meccanica

Prof. Bignardi

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

Bioingegneria Meccanica

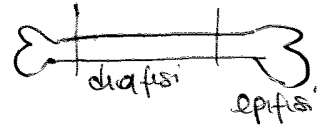
Prof. Bignardi

OSSA - CARATTERI GENERALI

sistema scheletrico → ossa, cartilagine, articolazioni, 18% del peso

↳ **206** elementi ossei vivi, composti da tessuto connettivo, osseo, nervoso, alcuni hanno midollo (nelle trabecole e nelle cavità delle diafisi), altri cartilaginei

- FUNZIONI**
- impalcatura del corpo
 - protezione
 - ancoraggio muscoli e legamenti
 - formazione sangue
 - rendono parete al contenuto di calcio e fosforo



OSSA → corte, lunghe (diafisi e epifisi), piatte, irregolari, sesamoidi (rotulo)

↳ la configurazione esterna dipende dalla funzione (es: pulsazione dei vasi → solli osu)

OSSO CORTICALE COMPATTO

- parte centrale delle ossa lunghe, guscio esterno delle loro estremità, guscio esterno delle ossa corte, tavolati esterni delle ossa piatte
- peso specifico pari a 2

OSSO SPONGIOSO TRABECCARE

- epifisi delle ossa lunghe, tra gli strati delle ossa piatte, interno delle ossa corte all'interno di un sottile strato corticale
- forma tante trabecole intrecciate orientate secondo le direzioni di trazione e delle sollecitazioni → TRABECOLE (contengono il midollo)

PERIOSTIO: membrana ricca di vasi sanguigni e fibroblasti e di fibre nervose (dolore) [strato esterno ed interno]

↳ OSTEOBLASTI quando sono inattivi sono OSTEOCITI che formano il TESSUTO

OSSEO con sostanza fondamentale, collagene e sale

OSTEOIDE

calcio
fosforo
magnesio

8 strati della disposizione delle fibre:

- OSSO FIBROSO: (periodo dello sviluppo) distinto dagli OSTEOCITI

- OSSO LAMELLARE: le fibre collagene si dispongono parallelamente fra loro ma non sono disposte nella stessa direzione delle fibre costituenti le lamelle contigue. Queste lamelle si alternano con strati di osteociti contenuti in cavità chiamate lacune, le quali sono le interfacce tra lamelle adiacenti e da esse si dipartono canali chiamati canalicoli. Le lamelle sono organizzate in vari sistemi. All'esterno formano cerchi concentrici come anche nella parte più interna. Nella parte mediana sono concentriche rispetto a sottili canali (di Havers) in cui scorrono i vasi sanguigni. CANALE di HAVERS + LAMELLE = OSTEOONE o SISTEMA DI HAVERS = UNITÀ STRUTTURALE. tra gli osteociti vi è delle sostanze cementanti costituite da osteociti in distribuzione

la **TEORIA DI EULERO** relative all'instabilità elastica afferma che:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_e^2}$$

la resistenza di una trave vincolata a compressione lungo il suo asse longitudinale è direttamente proporzionale al quadrato dell'area della sua sezione trasversale e inversamente proporzionale al quadrato della sua lunghezza

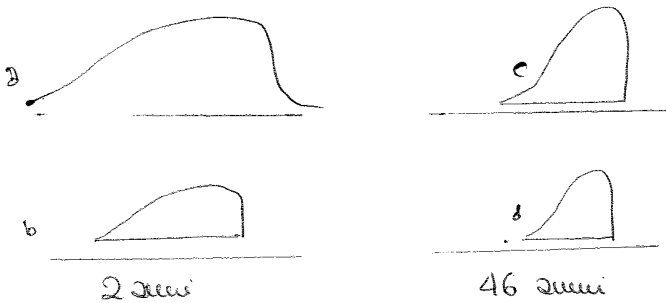
nel caso di osso osteoporotico, la diminuzione di tessuto osseo si traduce in una diminuzione dell'area delle sezioni delle trabecole verticali e/o nel collasso di alcune trabecole orizzontali

↳ 50% in meno di massa ossea = 1/4 della resistenza residua

INFLUENZA DELL'ETA' SULL'Elasticità

la resistenza a trazione e il modulo di Young crescono fino a 40 anni, mentre le deformazioni a rottura decrescono con l'età

l'osso di un bambino ha un minor modulo di elasticità, minor resistenza a flessione, ma maggiore deformazione totale prima della frattura e maggiore assorbimento di energia rispetto all'adulto



curve carico/spostamento ottenute con provini di osso caricato a flessione

Bunstein suggerì che la riduzione delle deformazioni a rottura costituisce il più importante cambiamento dell'osso

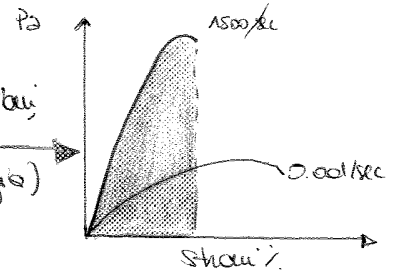
PROVE A TRAZIONE → diminuzione del 5% nel femore, del 7% nella tibia per ogni decade

↳ 180/140 anni non saranno più capaci di sottostenerci
 ↳ non vi sarà differenza nei relazioni al osso
 " 32% " 42% " di energia tra la 3^a e la 9^a decade

INFLUENZA DELLA VELOCITA' DI APPLICAZIONE DEL CARICO SULLA ROTTURA

→ osso è un materiale viscoelastico

Ricordando che l'energia assorbita dall'osso è proporzionale all'area della superficie sottesa dalla curva di carico nel diagramma tensione/deformazione, si vede subito che all'aumentare della velocità di applicazione del carico aumenta anche l'energia assorbita (la tibia assorbe il 45% in più di energia)



INFLUENZA TRA OSO UMIDO E OSO SECCO

l'osso secco ha un comportamento elastico fino a rottura, quello umido presenta un'ampia zona di comportamento plastico. L'osso umido richiede un'energia di deformazione a rottura maggiore

- Influenza resistenza a trazione:
- ETA'
- VELOCITA' DI APPLICAZIONE DEL CARICO
- OSO UMIDO E OSO SECCO

WOLFFER (FATICA)

Qualunque sollecitazione muscolare o dovuta a carichi esterni a cui è soggetta la struttura ossea, e' usata nel tempo e costituisce pertanto una **sollecitazione di fatica**

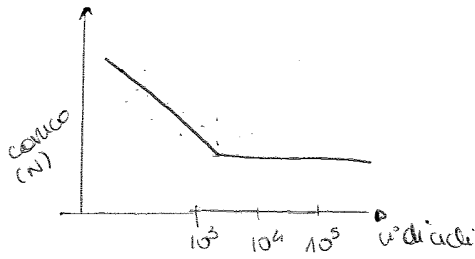


diagramma di Wolffer eseguito su top in vivo.

Al diminuire del carico aumenta la durata in n° di cicli, che il materiale sopporta prima di rompersi.

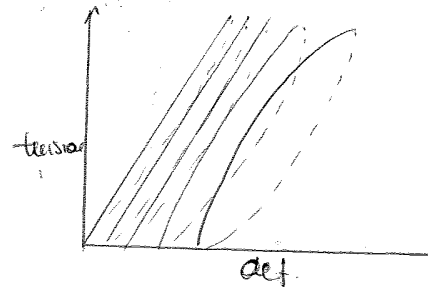
In vivo sull'uomo: no! è stato verificato che l'affaticamento dell'osso esiste.

L'osso con una più alta densità di sistemi haversiani è dotato di una più alta resistenza a fatica. I canali haversiani si comporterebbero come i crack arrestor aeronautici.



maggiore è la sollecitazione, più è veloce la progressione della creca. Se i carichi sono sufficientemente bassi l'azione riparativa dell'osso tende a guarire la frattura e ad annullare l'azione dell'affaticamento. Se i carichi sono molto elevati l'azione riparativa non è sufficiente ad evitare la frattura. I materiali compatti si rompono a fatica in seguito ad una serie di eventi distruttivi che si susseguono: delaminazione, scoppolatura della matrice, rottura delle fibre, formazione di vuoti e inumidimento della matrice.

Coxter e Hayes studiarono i comportamenti di provini di osso in precedenti provini a fatica e lo confrontarono con quello di provini mai precedentemente sollecitati. Le loro analisi rivelarono una riduzione del 13% della resistenza a trazione e una riduzione fino al 20% della rigidità, aumento dell'isteresi e della non linearità delle curve deflessive.



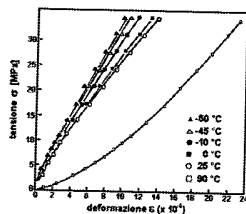
Ma sempre si può valutare lo stato di sollecitazione di un elemento sotto carico dividendo il valore del carico per la superficie della sezione resistente su cui agisce.

Si parla di **Effetto D'INTAGLIO** quando un foro o una modifica brusca della sezione creano un aumento del carico medio.

↳ foro nel femore del 20% del diametro = riduzione di resistenza del 34%.

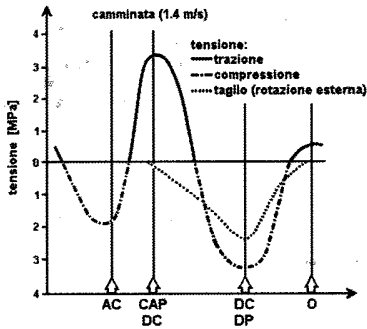
Effetto della temperatura poiché negli impianti protesici cementati l'interfaccia tra osso e cemento sviluppa alte temperature, studiosi come Bonfield e Li provarono l'osso corticale a diverse temperature (-58/+90°C).

il modulo elastico diminuisce all'aumentare della temperatura.

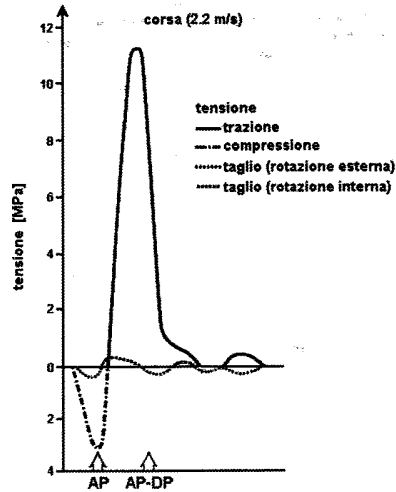


2. Attraverso le misure di Lanyon, supponendo l'osso trasversalmente isotropo, si ricavarono successivamente le tensioni che ne conseguivano.

Durante la deambulazione normale si aveva compressione in corrispondenza dell'appoggio del calcagno, trazione durante il passaggio di carico da un arto all'altro e compressione in corrispondenza della spinta della punta del piede. Apparivano tensioni di taglio durante l'ultima parte del ciclo del passo, che denotano carichi torsionali, dovuti alla rotazione esterna della tibia. Durante la corsa la tensione era principalmente di compressione in corrispondenza dell'appoggio della punta del piede, seguita da alte tensioni di trazione durante il distacco della punta (spinta). Le tensioni di taglio erano basse per tutto il ciclo, ma alternate, denotando una rotazione sia interna che esterna della tibia.



Tensioni calcolate sulla corticale esterna antero-mediale di una tibia umana durante la corsa; AP - appoggio della punta del piede; DP - distacco della punta del piede



Tensioni calcolate sulla corticale esterna antero-mediale di una tibia umana durante la deambulazione; AC - appoggio del calcagno, CAP - completo appoggio del piede, DC - distacco del calcagno, DP - distacco della punta del piede, O - fase di oscillazione dell'arto

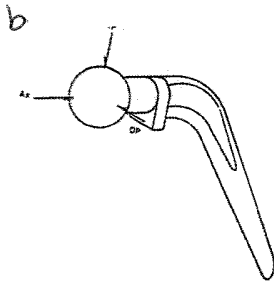


Fig. 1

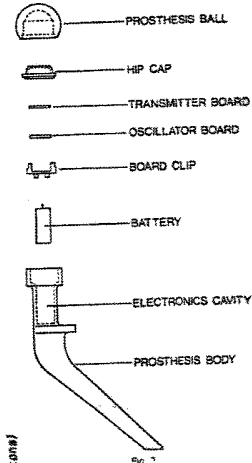


Fig. 2

ANALISI DEL PASSO

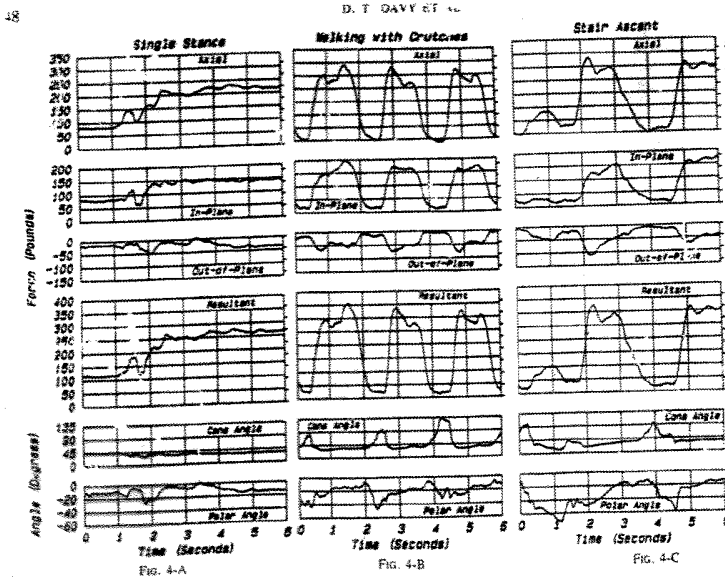


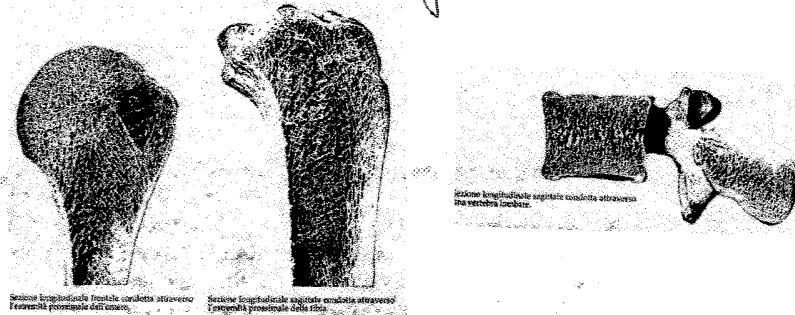
FIG. 4-A

FIG. 4-B

FIG. 4-C

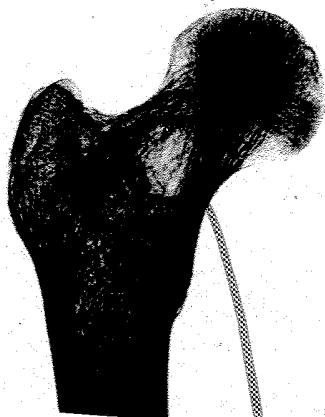
OSSA - RIMODELLAZIONE

interesse per le proprietà meccaniche parte da Galileo nel 1600, poi nel XIX secolo Bionzani, Belli (massima resistenza = minimo materiale), Ward, Worthen, Hymau e Humphrey. Successivamente il primo tentativo di spiegare l'osso dal punto di vista meccanico è quello di Meyer nel 1867 con le tavole de "Die Architektur der Spangosa"



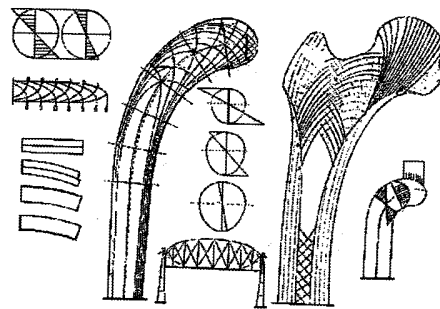
Ward, osservando la somiglianza tra gli andamento delle tensioni principali nella barra curva e le traiettorie seguite dall'osso spugnoso, si convinse della corrispondenza tra la struttura dell'osso e la trazione di un arco da Culmann ma **LEGGI DELLA TRASFORMAZIONE DELL'OSSO**. Sotto carico ed in seguito ad alterazioni patologiche della forma esterna degli elementi ossei, la trasformazione dell'architettura dell'osso segue leggi automatiche. Nell'ipotesi tridimensionale dell'osso trabecolare egli sostenne che la distribuzione e l'orientazione delle trabecole si altera al variare dello stato del carico.

TEORIA TRIDIMENSIONALE DELL'OSSO la distribuzione e l'orientazione delle trabecole ossee si altera dinamicamente al variare dello stato di carico esterno e in condizioni di equilibrio l'organizzazione delle trabecole riflette lo stato di carico medio a cui quel volume di tessuto osseo è soggetto (1892)



ZONA DI DEBILITÀ

↳ radiolucante → quando manca l'osso



Sulla sinistra è riportata la "gru di Culmann" con indicate le traiettorie delle tensioni principali; sulla destra è riportato uno schizzo di Meyer dell'architettura trabecolare di una sezione longitudinale di un femore prossimale umano. Sia il femore che la "gru di Culmann" sono caricati sulla loro estremità posta a sbalzo, come illustrato in basso a destra (da una tavola di Wolff, 1872).

FOLLOW-UP segue l'impianto protesico primo e dopo l'intervento per capire l'evoluzione i carichi superficiali sono alla base

RASSUMENDO:

- quando un seguente osso di supporto viene esposto a livelli di sollecitazione significativamente diversi da quelli fisiologici esso reagisce con variazioni di massa tissutale legate alla variazione di carico imposto
- in esperimenti di lunga permanenza a letto è stato osservato che le ossa più sollecitate in condizioni fisiologiche tendono a demineralizzarsi maggiormente (come del cervi)



tip di un meccanismo di controllo basato sulle deviazioni delle condizioni di carico rispetto ad un livello fisiologico medio (ci sono anche cartilagini alla teoria di Wolff); secondo i quali non esiste alcuna influenza delle condizioni meccaniche sull'organizzazione dell'osso



Non è stata dimostrata una correlazione tra il livello di riduzione del carico e l'osteoporosi



Mechanism on/off secondo il quale al di sotto di una certa soglia di sollecitazione meccanica il tessuto inizia un processo di atrofizzazione (non attraverso un meccanismo)

- le correlazioni tra ipertrofia ed effetto sull'osso variano a seconda del tipo di esperimento → manipolazione chirurgica



L'inserimento di un filo provoca la formazione di un callo osseo più che un osso compatto: il modello di Wolff è messo in discussione anche in questo caso.

Anche nel caso di resezione di una o più ossa scoppiate il modello è più riparativo che adattativo

- Alcuni elementi ossei hanno una predominante funzione di protezione osseina e importante che la loro morfologia resti inalterata → sono sterco, si ipotizza un controllo genetico sulle funzioni rigenerative dell'osso

Altri (le vertebre) hanno come principali funzioni quelle di sopportare carichi meccanici elevati
↳ il controllo del rimodellamento è legato agli stimoli meccanici; l'adattamento strutturale varia ossa per ossa

Il rimodellamento si tende a minimizzare le sollecitazioni meccaniche, ma a mantenere altri limiti specifici costituiti geneticamente

Bisogna individuare la "variabile di controllo" del processo di rimodellamento: w . Se si ricercano tra w e w' attività osteoclastica e attività osteoblastica si equilibrano, altrimenti il rimodellamento opera in modo da riportare la variabile entro i limiti fisiologici



Quasi è un valore esatto

Il rimodellamento osseo è simulato sia qualitativamente che numericamente

ARTICOLAZIONI

Articolazioni immobiliari o sinartrosi o articolazioni fibrose: le ossa sono unite da fibre di collagene. Non consentono alcun movimento. Cranio.

Articolazioni semimobili o anfiartrosi o articolazioni cartilaginee: le ossa sono tenute insieme da fibrocartilagine. Sono permesse piccoli movimenti. Vertebre, Sinfisi pubica.

Articolazioni mobili o diartrosi o articolazioni sinoviali: le ossa sono tenute insieme da legamenti e muscoli. Consentono ampi movimenti. Le estremità dell'osso sono ricoperte di cartilagine articolare.

Enartrosi: articolazione mobile a superficie sferiche

Artrodia: " " a superficie piane

Durante la fase fetale le ossa sono cartilaginee, successivamente si mineralizzano.

La cartilagine non ha alimentazione sanguigna, richiede molto tempo per 3 diverse famiglie:

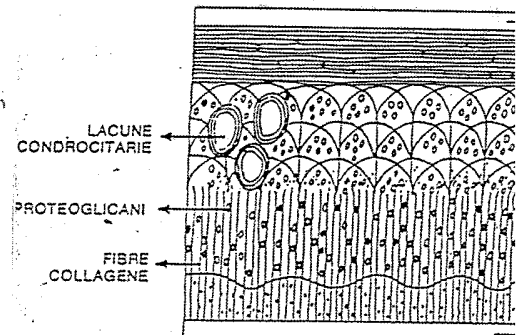
- **cartilagineo elastico:** coste, naso, bronchi, articolazioni → collagene (A) → studio cinematico
- **fibrocartilagineo bianco:** sinfisi pubica, dischi intervertebrali, menischi → tanto collagene → **RIGIDA**
- **" elastico giallo:** orecchie, laringe, epiglottide → fibre elastiche → **RESISTENTE ELASTICA**

ARTROPLASTICA delle ARTICOLAZIONI PORTANTI
 problema dell'interfaccia
 cioè osso impiccato a cause delle condizionali sfavorevoli
 → importanza resistenza
 → studio cinematico

La cartilagine articolare ha la funzione di rivestimento delle superfici articolari ed ha uno spessore che varia da 1 a 5 mm.

- riduce l'attrito durante i movimenti relativi
- produce un'ottimale distribuzione dei carichi
- funge da ammortizzatore nella trasmissione dei carichi compressivi

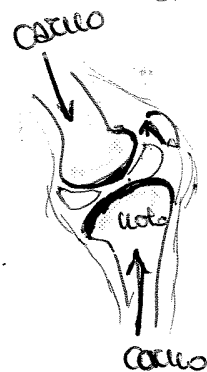
In base all'organizzazione e al contenuto di collagene e PG si possono distinguere nella cartilagine articolare 4 strati: lo strato superficiale (20% dello spessore), strato intermedio (40/60%) strato profondo (30/40%) e alla fine uno strato di cartilagine calcificata all'interfaccia con il tessuto osseo.



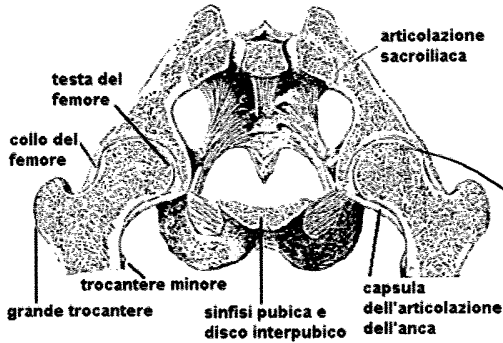
Lo strato superficiale presenta la maggior quantità di acqua e di collagene e la minor quantità di proteoglicani. Le fibre di collagene sono orientate parallelamente alla direzione del movimento della superficie articolare.

La percentuale di collagene diminuisce del 15% nello strato intermedio dove le fibre sono orientate da diametri maggiori e non presentano un orientamento preferenziale. Diminuisce l'acqua, aumenta i PG. All'interfaccia con l'osso le fibre di collagene sono perpendicolari all'osso. Anche la forma dei condrociti varia a seconda dello strato.

Le diartrosi sono racchiuse in un involucro di materiale fibroso, capsula, che è attaccata all'osso. Lo strato interno della capsula è rivestito da una membrana sinoviale che produce il liquido sinoviale. Il liquido sinoviale riempie la cavità sinoviale lubrificando l'articolazione e nutrendo la cartilagine.

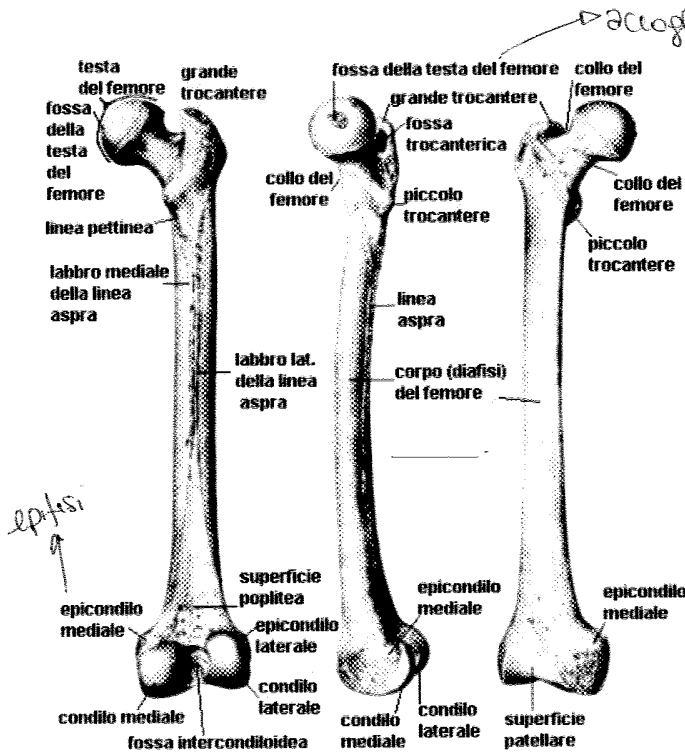


BIOMECCANICA DELL'ANCA

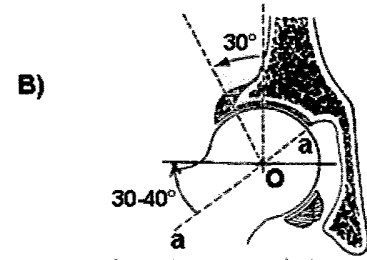
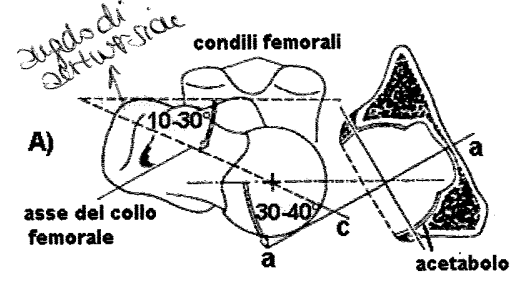
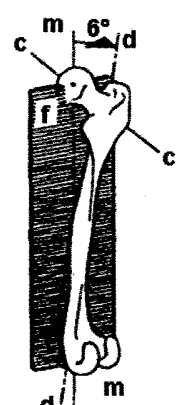
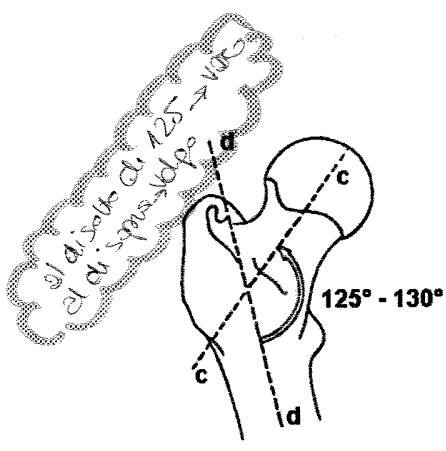
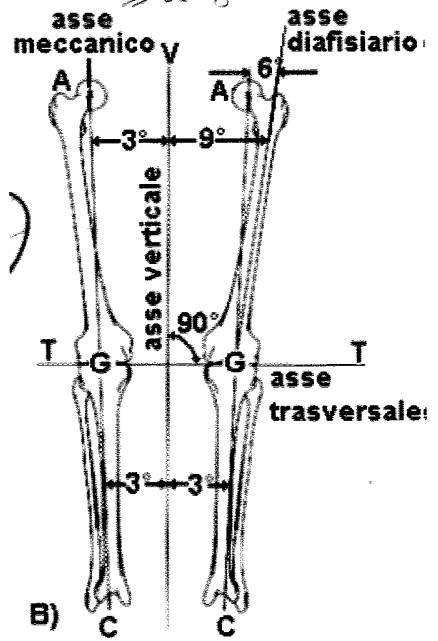


formata da 5 parti per distribuire il carico sulla sinfisi pubica ma si toccano i due lati
2 art. sacro + 2 art. sacra + sinfisi pubica = 5

l'articolazione dell'anca è costituita dalle teste del femore che si articolano nell'acetabolo → 3 gradi di libertà

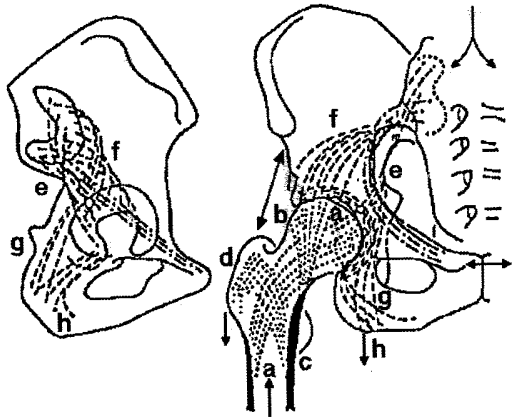


accoglie il legamento rotuleo
passo nel centro dell'anca = del giuocetto e della capsula

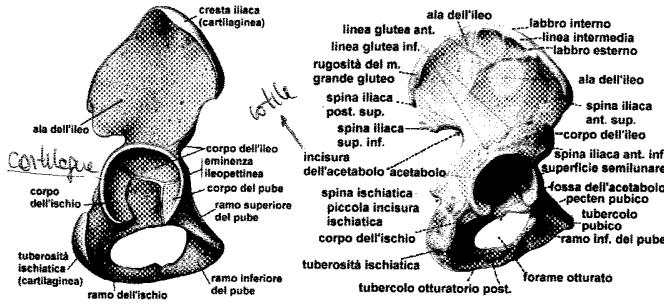


angolo di inclinazione del collo del femore (cc) e l'asse diafisiario (cd) f = piano frontale verticale passante per il centro della testa femorale e l'asse condili; mm = asse meccanico dell'arto inferiore. Tale asse forma con l'asse diafisiario (cd) un

A) vista dall'alto del femore e sezione trasversale del collo: il collo e la testa femorale formano un angolo di inclinazione di 10-30° con il piano frontale
B) sezione frontale del collo: l'asse del collo è



Distribuzione dei fasci trabecolari nell'articolazione dell'anca con l'indicazione del percorso secondo cui attraverso l'anca vengono trasmessi le sollecitazioni dalla parte superiore del corpo agli arti inferiori; a. fascio scrotale, b) fascio cefalico; c. fascio trocanterico; d. secondo fascio del sistema trabecolare acetabolo; e. trabecole sacro-cotiloidee che danno origine allo sprone ischiatico; f. trabecole sacro-trocanteriche che condensandosi danno origine allo sprone innominato; g. e h. trabecole sacro-ischiatriche



Emibacino destro di un bambino, visto lateralmente; sono visibili i tre componenti costituenti metà bacino: l'ileo, l'ischio e il pube (da Sobotta, 1991).

Emibacino destro di un individuo adulto, visto lateralmente (da Sobotta, 1991).

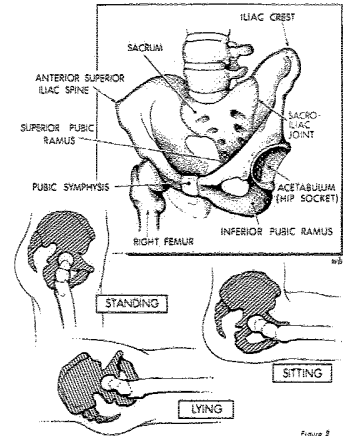
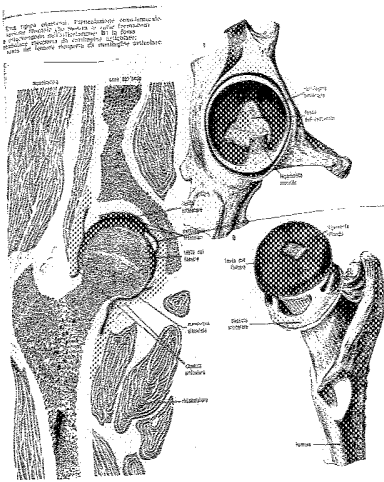
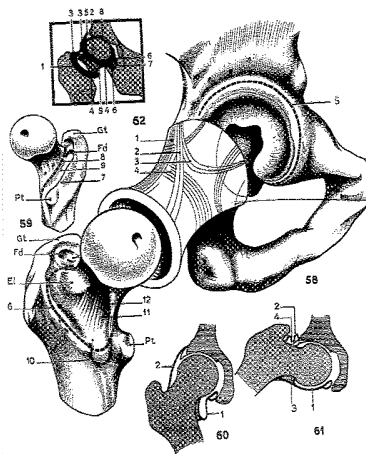


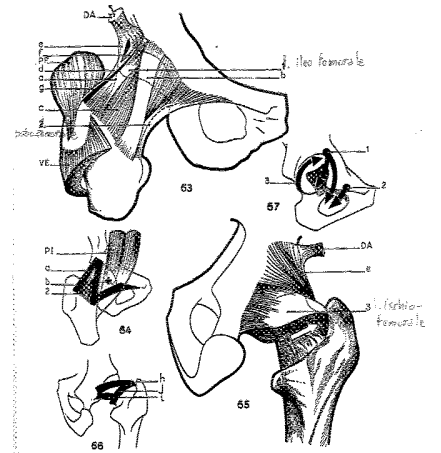
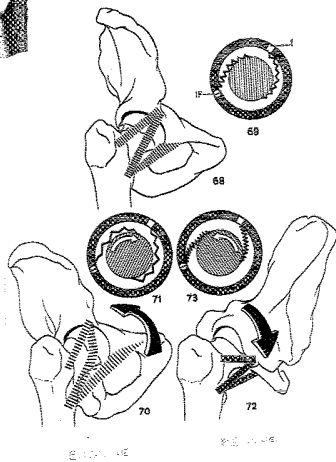
Figure 2



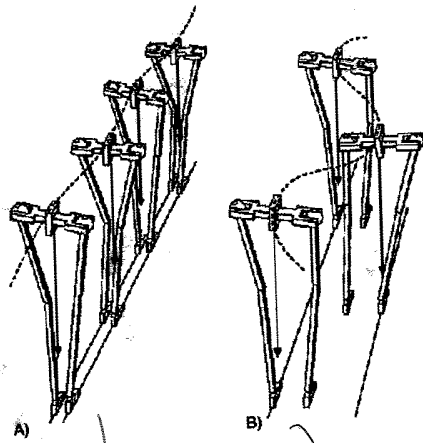
fascia lunare



Cerchio acetabolare appiessamento che serve ad evitare che l'anca esca dallo scudo fatto di fibrocartilagine



il legamento lunare i movimenti, caso di legamenti lassi
 Quando siamo a quattro gambe → max stabilità
 " " decubiti con le gambe accavallate → min stabilità

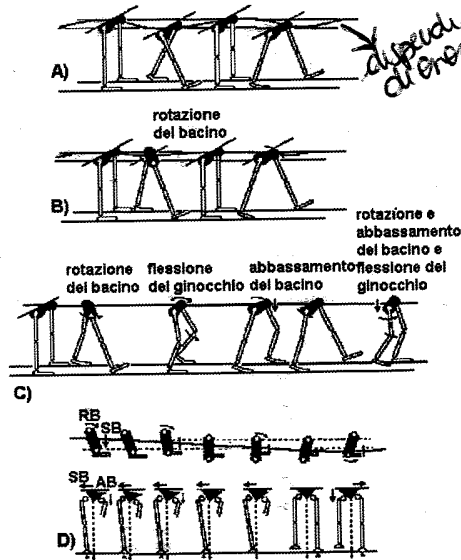


C. ampiezza e base stretta

C. a base larga

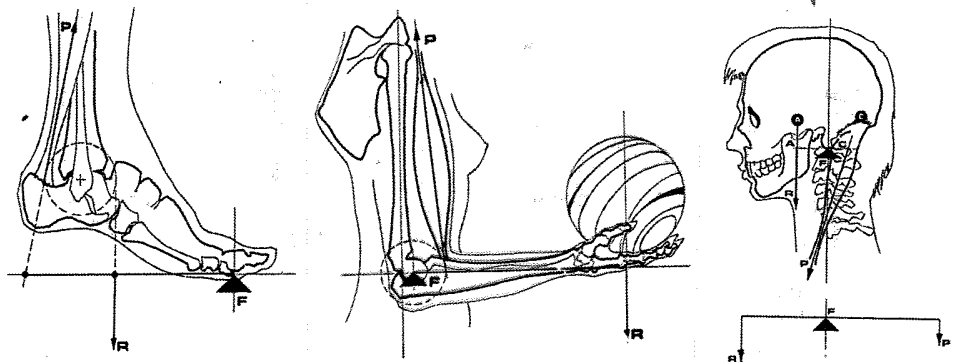
in entrambe le situazioni la perpendicolare passante per il centro di gravità cade sulle base d'appoggio

questo condiziona durante la lunghezza del passo, il grado di flessione e di estensione dell'anca. Con l'avanzare dell'età le deambulazioni cambiano perché si riducono i movimenti.

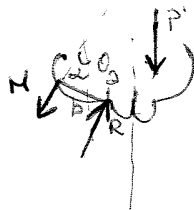


Percorso seguito dal centro di gravità del corpo umano durante la deambulazione in assenza di flessione delle articolazioni di ginocchio e di movimento laterale del bacino; B) rotazione del bacino; C) abbassamento del bacino (circa 5°) e flessione del ginocchio; D) composizione dei tre movimenti del bacino: rotazione (RB), abbassamento (AB) e spostamento laterale (SB), visti dall'alto e di fronte (Cailliet, 1974).

lo spostamento laterale di G è di circa 20 mm per lato



LEVE di 1°, 2° e 3° genere



$$\left(\frac{2}{3}P + \frac{1}{6}P\right) = P'$$

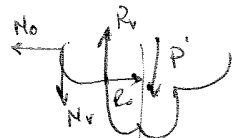
$$\frac{b}{a} \Delta_{\text{anca}} \quad b < a$$

leve 1° genere

Il bacino è "tratto su" da una forza M

R: forza risultante R sulle teste femorali

$$P'a = Mb \quad N = \frac{P'a}{b}$$



$$\uparrow P' + N_v = R_v$$

$$M_v = N \cos \alpha$$

$$\rightarrow R_o = M_o$$

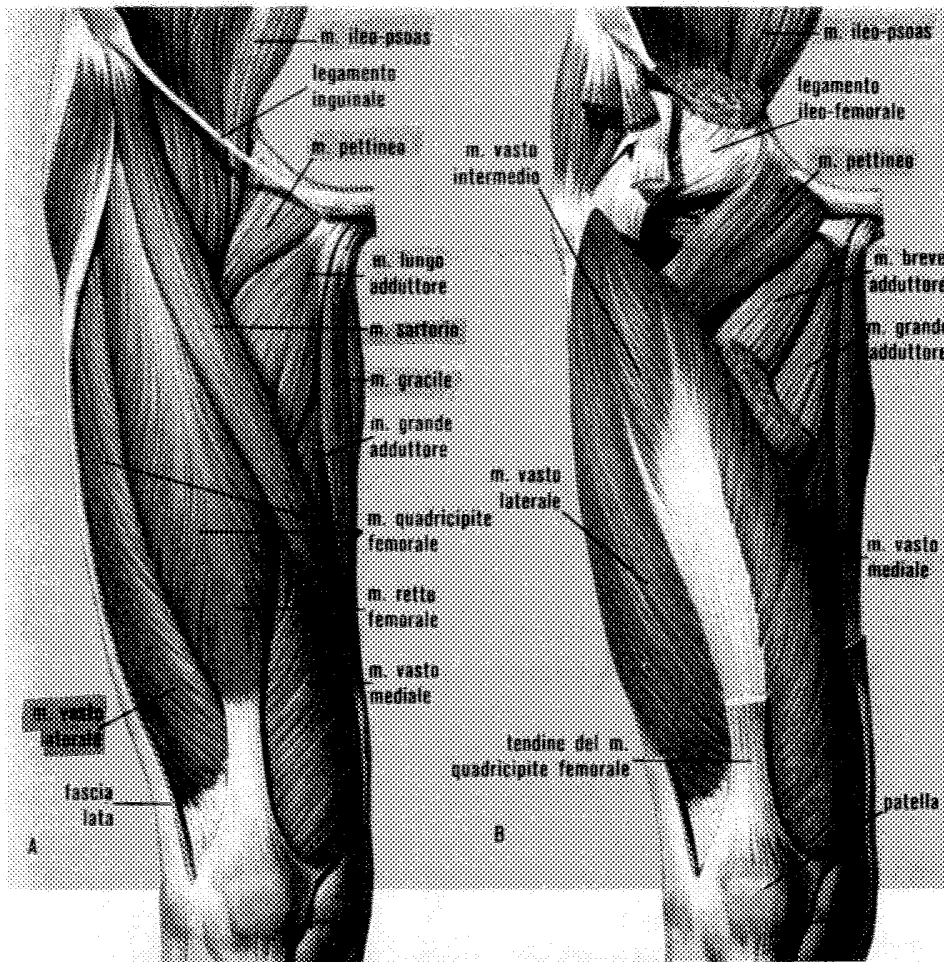
$$M_o = N \sin \alpha$$

$$R = \sqrt{R_o^2 + R_v^2} = \sqrt{\left(\frac{P'a}{b}\right)^2 \sin^2 \alpha + \left(P' + \frac{P'a}{b} \cos \alpha\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{P'a}{b}\right)^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) + 2 \frac{P'a^2}{b} \cos \alpha + P'^2} =$$

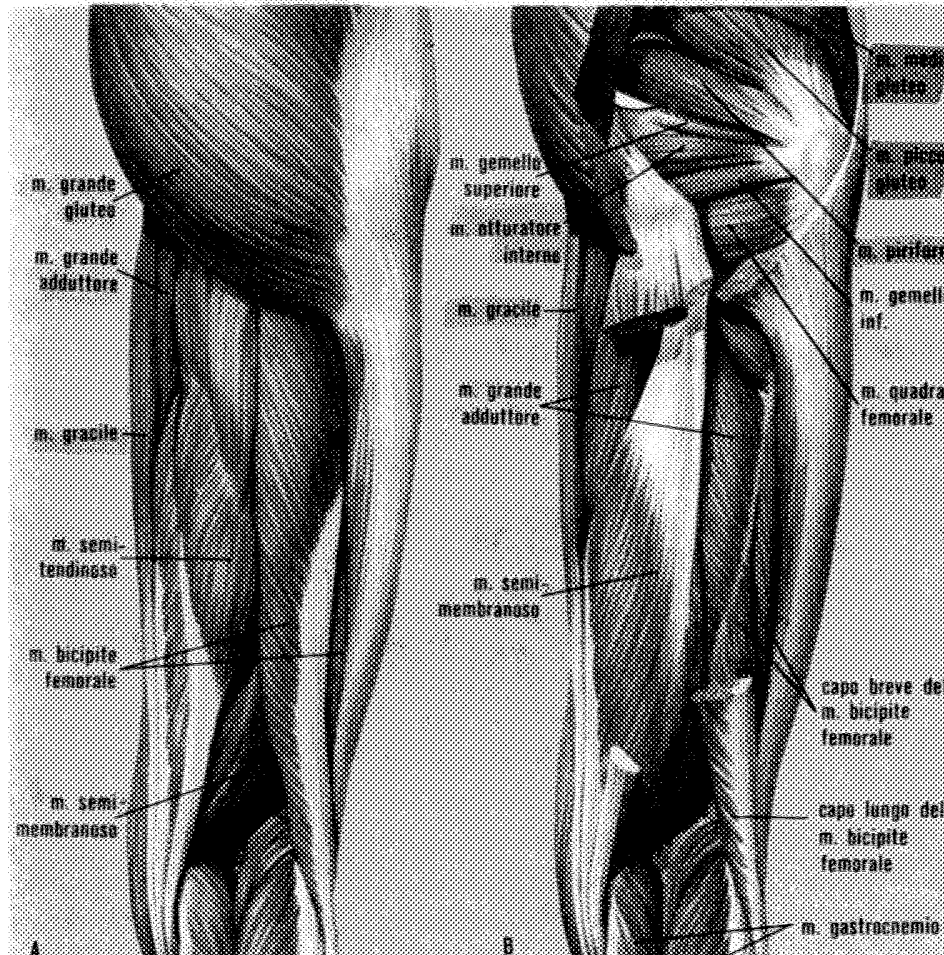
$$= P' \sqrt{1 + \frac{a^2}{b^2} + 2 \frac{a}{b} \cos \alpha}$$

stando con un piede su un piano verticale, il peso caricato sull'anca è quasi 3 volte quello totale!

Introdurre un bastone → introduce un momento antigravico favorevole che agisce in senso opposto al momento gravico.



2
 Abductor
 pungeri
 xiladon
 adductor
 pungeri
 xiladon



PROGETTAZIONE

PNEUMATICA

- ① progettazione di una struttura che ristabilisca le condizioni cinematiche proprie dell'articolazione naturale e che resista ai carichi a cui sarà soggetta
- ② realizzazione di un'interfaccia articolare in cui attrito ed usura risultino minimi
- ③ in corrispondenza del giunto articolare si gradisce la capacità di assorbire gli urti

PBIOMECCANICA

- ① studio dei materiali: biocompatibilità
- ② " delle forme dell'impianto in quanto la sua rigidità e il tipo di reazione che induce determinano una reazione dell'osso che può o meno adeguarsi alla nuova situazione tensoriale
- ③ studio dell'interfaccia protesi/osso ossa delle superfici e dei rivestimenti della protes in quanto anche queste caratteristiche determinano una reazione dell'osso

ADOPPIAMENTI ARTIGIANI: basso attrito, bassa usura, capacità di assorbire gli urti

- metallo-metallo: poco volume di detriti di usura, alto coefficiente di attrito → prevedono un'interfaccia
- metallo-polietilene ad alto densità: basso attrito, elevata usura, alto smontamento (UHMWPE - ultra high molecular weight poly...)
- ceramica-polietilene " " " " : testine in ceramica + coppa in polietilene, basso attrito, fragilità
- ceramica-ceramica: bassa usura, basso coeff. d'attrito, fragilità e affaticamento del materiale

CASE DI FALLIMENTO: per prime cose → dolore

- mobilità ("balla") → Sidelamento asettico → raro, causato da infezioni
 - ↳ " settico → causato da reazioni alle particelle di usura e strutture reattive del sistema meccanico-funale → osso protes (bioglasso-bioceramica)
 - ↳ il carico finisce tutto nella parte alla base dello stelo
- rotture dell'impianto

[EVOLUZIONE DELLA PROTESI D'ANCA: inizialmente ancoraggio prossimale, poi ancoraggio distribuito lungo steli, cioè ancoraggio mediale, distale. Dopo questi steli c'è stato un ritorno agli steli corti press-fit con ancoraggio prossimale e infine ha comparso dello stelo a supporto adattabile, dove l'ancoraggio all'osso viene spostato in un'area ancora più prossimale che include il collo femorale.]

DA EVITARE: by-pass (carichi vanno in punta) determinato dallo stress-shielding (ZONA SCADUTA DALE TENSIONI)



Radiofluorimetria

Radioisotopimento

parte caricata (in alcuni casi è completamente liscio per evitare che l'osso si riorienta)

↳ È importante che il collegamento stelo/osso sia prossimale. Quando la parte dello stelo si incastra nel canale midollare si creano lesioni, sollecitazioni di fatica, in quanto lo stelo inizia a muoversi come un palo per un ombellone piantato nella sabbia e sollecitato dal vento di flessione, fino alla rottura del collegamento con l'osso.

↳ evitare picchi di sollecitazione

• Si CERCA: di mantenere più osso originale possibile e ad "aggiustare" in modo da partecipare la sostituzione completa

Se si conserva il collo, questo sostiene lo stelo nella parte mediale riducendo le sollecitazioni di flessione e le deformazioni in arco

BIOMECCANICA DEL GINOCCHIO

ARTICOLAZIONE PIÙ GRANDE E
 COMPRESA DEL CERVO UMANO composta
 da 3. Tibiofemorale e patellofemorale

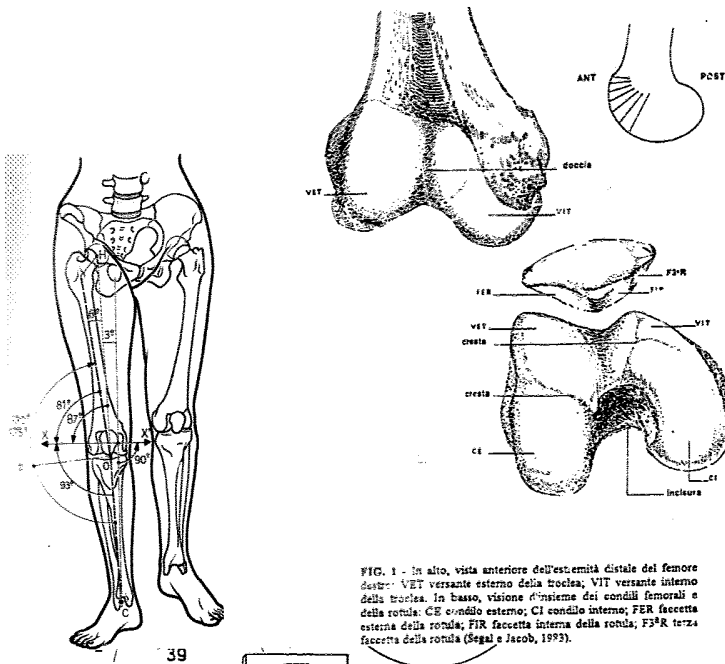
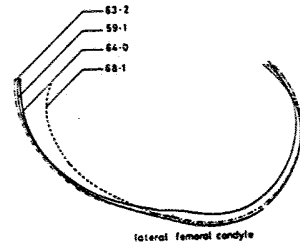
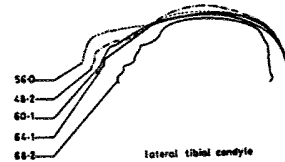


FIG. 1 - In alto, vista anteriore dell'estremità distale del femore destro: VET versante esterno della troclea; VIT versante interno della troclea. In basso, visione d'insieme dei condili femorali e della rotula: CE condilo esterno; CI condilo interno; FER faccetta esterna della rotula; FIR faccetta interna della rotula; F3R terza faccetta della rotula (Segal e Jacob, 1993).

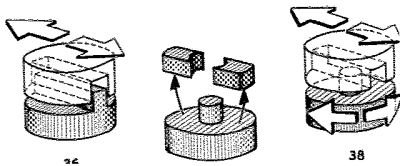
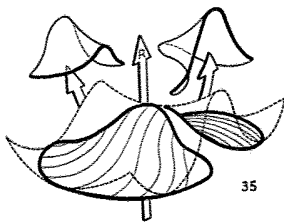
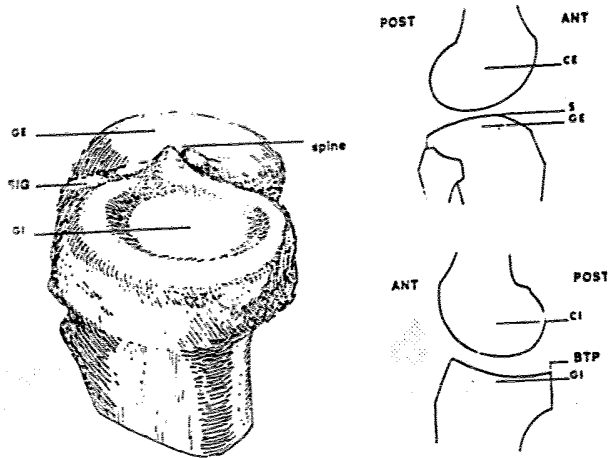
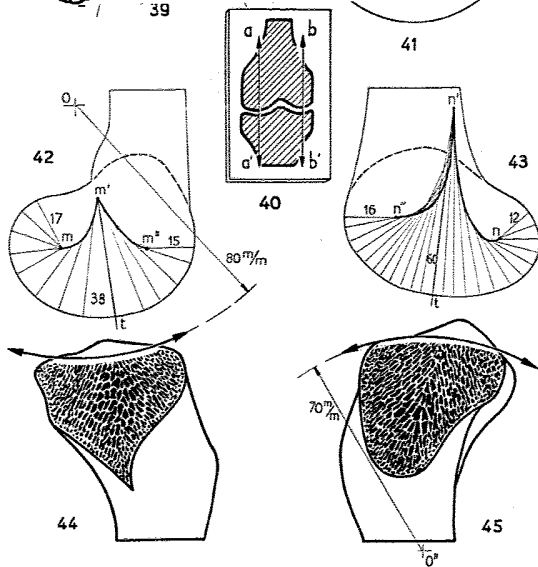


lateral femoral condyle



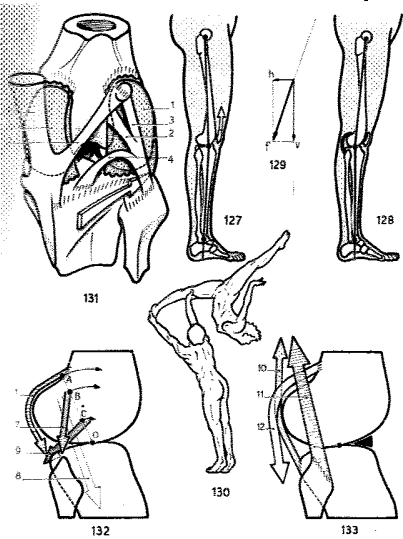
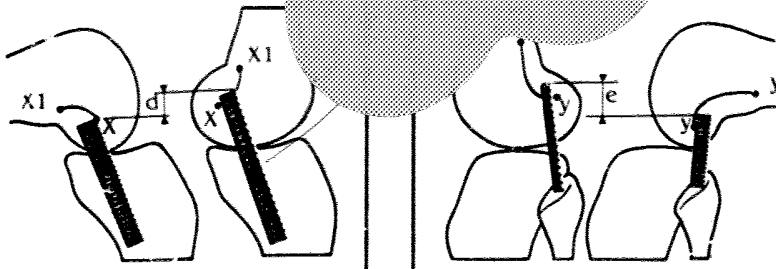
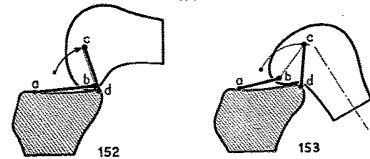
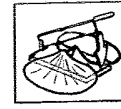
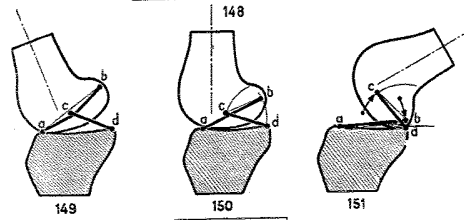
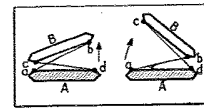
lateral tibial condyle

Fig. 10.6 Contours of sections of the knee joint in the sagittal plane (distances in mm of the planes of the contours, from a reference plane, are indicated on the individual contours)



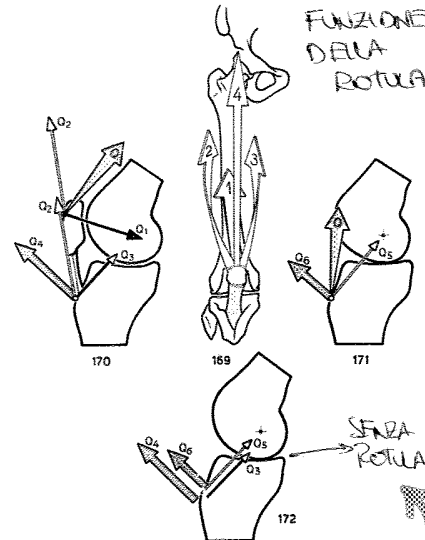
FUNZIONE DEI LEGAMENTI

durante la camminata il carico del menisco tibio-femorale va da 0° a 63°

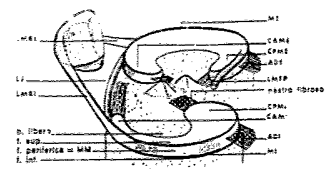


SCOMPONGO
 O₁ reazione femoro / artrosc
 O₂ forza O che viene trasmessa alle tibia (può essere scomposta in O₃ (comprime la tibia al femore) e O₄ (permette flessione)
 Se si toglie la rotula il femore continua a fare forza sull'articolazione, ma la scomposizione delle forze è diversa
 O₅ movimento

FUNZIONE DELLA ROTULA

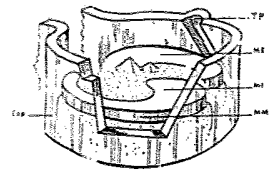
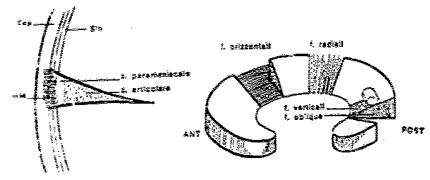
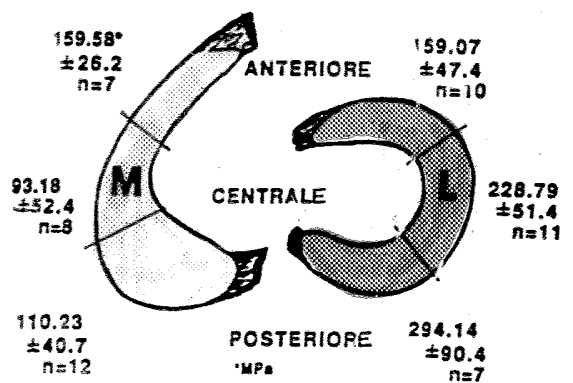


LA ROTULA POTENZIA IL QUADRICE



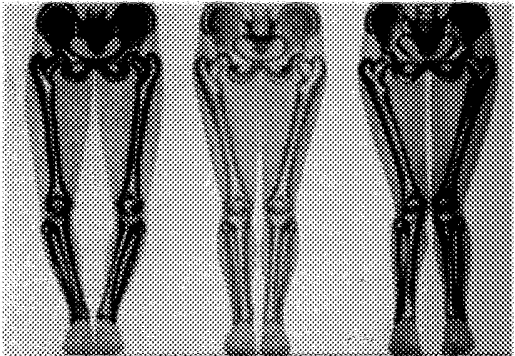
MINISCHI

conformano l'osso sano in fibro cartilagineo, distribuiscono i carichi, in modo tale da non rendere la la forza puntuale



STRUTTURE ANISOTROPE?

ARTROPLASTICA DEL GINOCCHIO

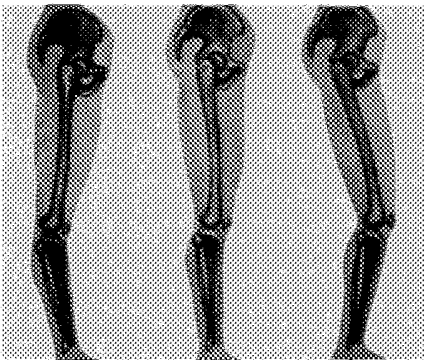


VARO

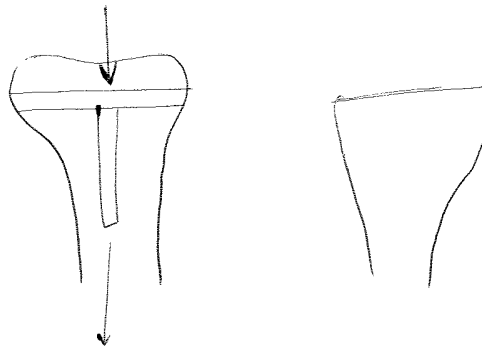
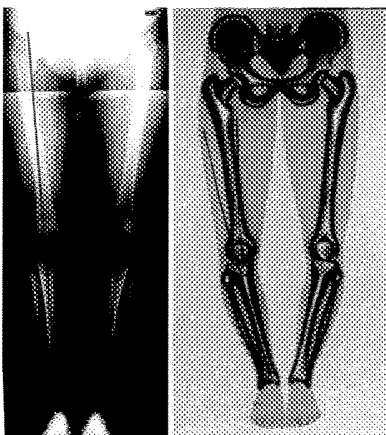
VALGUS

vari tipologie di problemi
piano frontale
"sagittale"

GONARTROSI dovuta
a traumi ossa
meniscectomia
rotture dei legamenti
differenziali femoro-tibiali
alterazione delle superfici articolari



un problema all'asse provoca l'usura dell'articolazione
inizialmente gli ortopedici non riportavano in asse l'articolazione
ma in questo modo i carichi erano sbagliati e il problema persisteva
per riportare in asse si punta un'oste in linea col condilo,
cauce e ginocchio.



Con questo tipo
di resectione l'osso
più "aperto"

la protesi deve essere
illeggermente più grande
per una scivolata

quando una funzione
in moto su un'altra
si ha un punto in
cui la velocità è
sempre zero
↓
CENTRO DI INSTANTANEA
ROTAZIONE

POLARI DEL MOTO

analizza il movimento frontalmente e sagittalmente ma non trascurare

- 1) SCEGLIERE SUL CORPO IN MOVIMENTO DUE PUNTI FISSI A E B.
- 2) INDIVIDUARE I PUNTI A E B NELLE VARIE POSIZIONI DEL MOTO ($A_1, B_1, A_2, B_2, \text{ECC.}$).
- 3) TRACCIARE I SEGMENTI $A_1A_2, B_1B_2, A_2A_3, B_2B_3, \text{ECC.}$
- 4) TRACCIARE LE PERPENDICOLARI AI SEGMENTI NEL LORO PUNTO MEDIO.
- 5) INDIVIDUARE I CENTRI DI ISTANTANEA ROTAZIONE C_i ALL'INTERSEZIONE TRA LE PERPENDICOLARI AI SEGMENTI A_iA_{i+1} E B_iB_{i+1} .
- 6) RACCORDARE I PUNTI C_i TROVATI.

PER OGNI LEGGE DEL MOTO ESISTE UNA SOLA COPPIA DI POLARI DEL MOTO!

MA ESISTONO INFINITE COPPIE DI PROFILI CONIUGATI CHE SI MANTENGONO IN CONTATTO ROTOLANDO E STRISCIANDO

↳ I PROFILI DEL GINOCCHIO SONO 2 POSSIBILI PROFILI



IL CENTRO DI ISTANTANEA ROTAZIONE E' IL PUNTO DEL CORPO RIGIDO CHE HA VELOCITA' NULLA IN QUELL'ISTANTE

SE IL CENTRO DI ISTANTANEA ROTAZIONE SI TROVA SULLE SUPERFICI DI CONTATTO DELL'ARTICOLAZIONE SI HA ROTOLAMENTO, ALTRIMENTI SI HA STRISCIAMENTO CON DIREZIONI ORTOGONALE AL SEGMENTO CHE UNISCE IL PUNTO DI CONTATTO E IL CENTRO DI ISTANTANEA ROTAZIONE

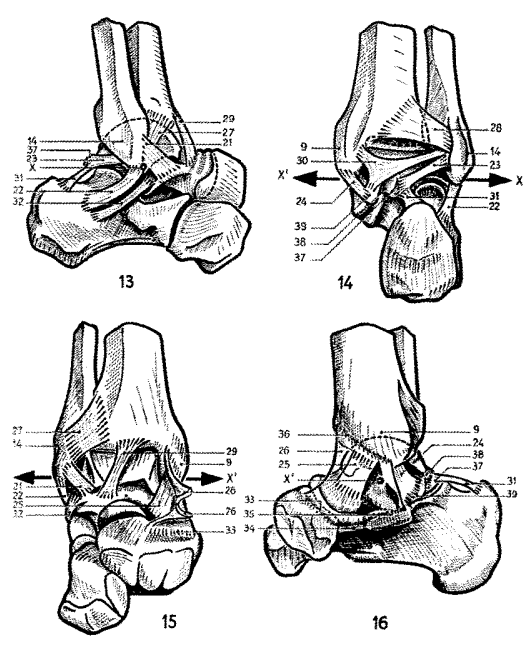
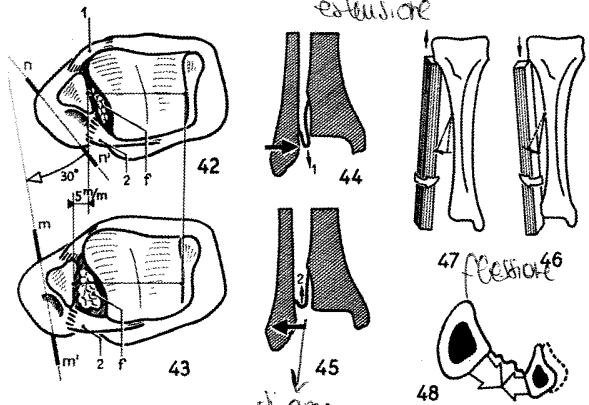
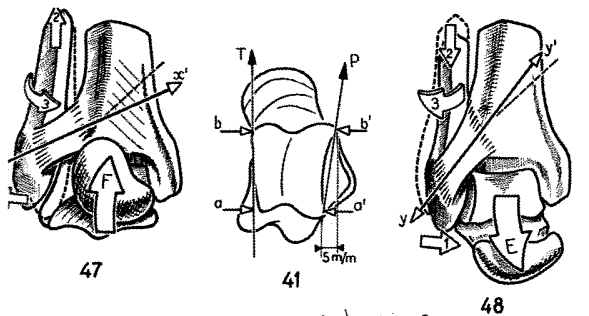
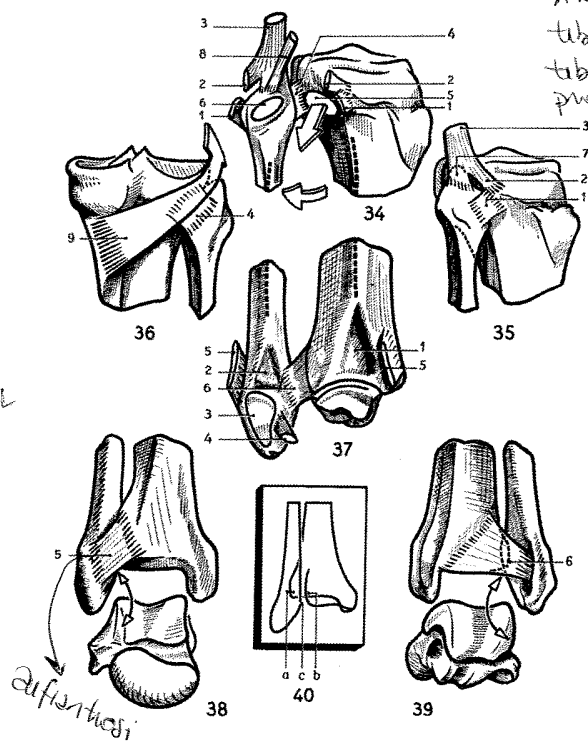
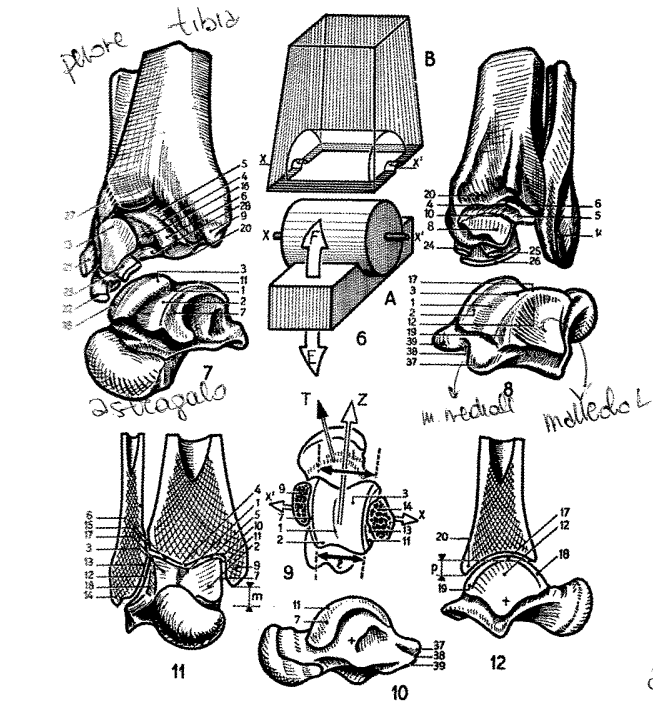
SE LE POLARI DEL MOTO SI TOCCANO → ROTOLAMENTO PURO



BIOMECCANICA DELLA CAVIGLIA

ARTRODESI → si fissa la caviglia, ma si muove più → limita il dolore

ARTICOLAZIONI
 tibio-astalgio
 tibio-peroneale
 prossimale
 (Cartilagineo)
 e distale



si apre e si chiude
 ebbene i movimenti

→ molto volte non vale la pena protesizzare la caviglia
 l'astalgio diventa molto debole

APPARATO LOCOMOTORE

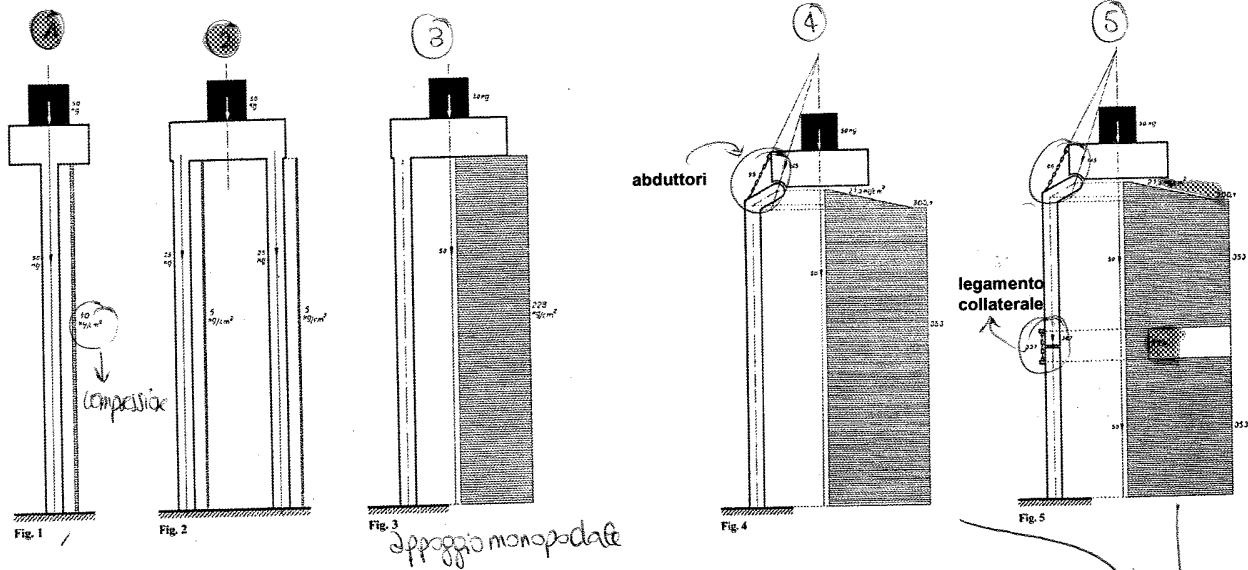


Fig. 3 appoggio monopodale

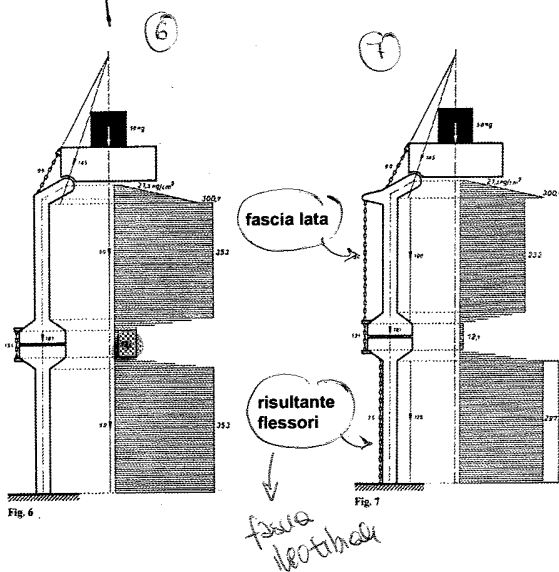
parte dall'idea di un corpo posato su una colonna piena, poi una sezione di 5 cm^2 (2 femori)
 la T e T_w e T_f nell'appoggio monopodale $\approx 228 \text{ kg/cm}^2$
 nello stadio il carico aumenta

riduce la tensione sul collo del femore e sull'articolazione del ginocchio

la tensione diminuisce
 aumento la sezione del ginocchio

LEVA di 1°
 GENERE

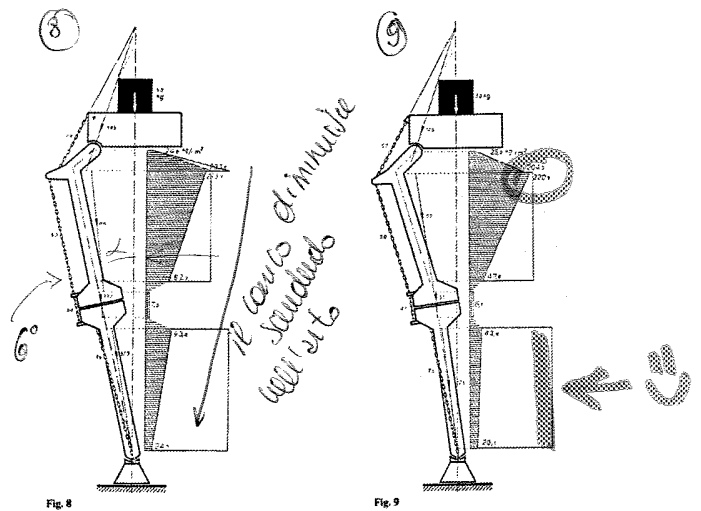
uliminazione dell'angolo



fascia lata

risultante flessori

fascia ileotibica



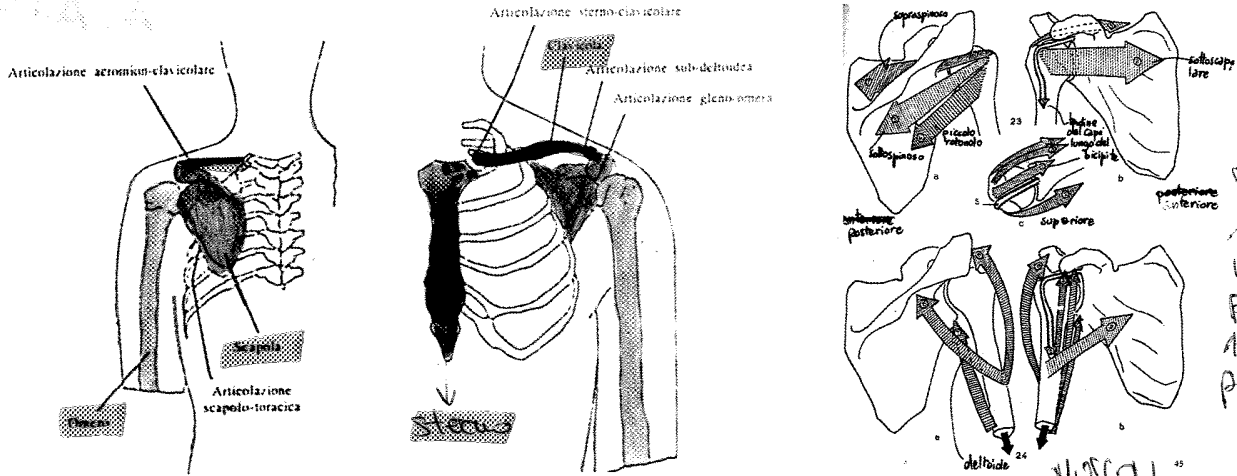
la tensione diminuisce
 nell'angolo

VISTA FRONTALE
 VANTAGGIO DELLA
 TIBIA

CARICO MASSIMO
 A LIVELLO DEL
 GRAN TROCANTERE

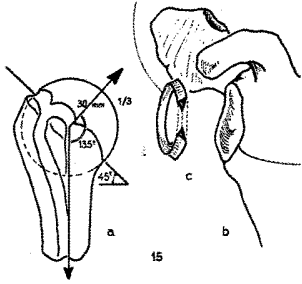
↳ articolazione → molto rare!

BIOMECCANICA DEGLI ARTI SUPERIORI

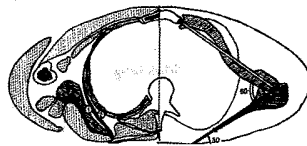


SISTEMA ARTICOLARE della SPALLA formato da 4/5 articolazioni

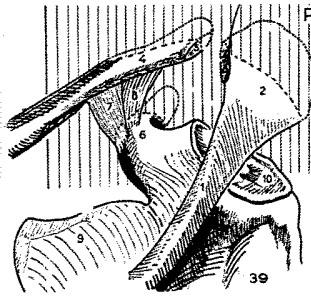
1. vera principale nel sub (distorsione/instabilità)



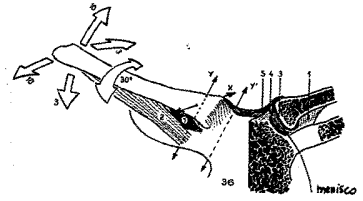
2. vera, articolazione di ordine di importanza 2. funzionale, 2 superfici che scivolano l'una sull'altra 2 fessure principali



2. vera secondaria



3. vera secondaria



IMPORTANZA delle CUFFIE dei ROTATORI

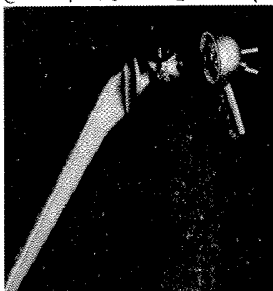
PROTESI SOLO DELLA SCAPULO-OMERALE

5.50... 2. funzionale, borsa sottodeltoidica e muscoli adiacenti, legata all'abduzione scapulo-omeroale

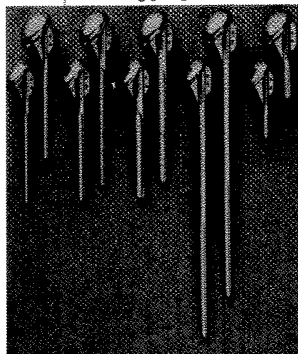
MOVIMENTI DI ESTENSIONE, FLESSIONE, ABDUZIONE, SUL PIANO ORIZZONTALE

PARALISI DI... palmo rivolto verso il corpo, rotazione si ritrova con il palmo dall'altra parte

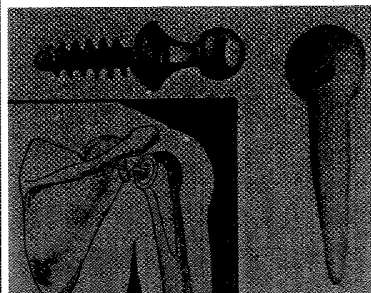
PRIME PROTESI di CUFFIE moderna



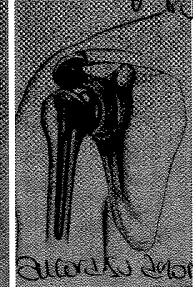
buchi per ancorare i tendini



Protesi di Kessel



protesi di MORAS-CARU

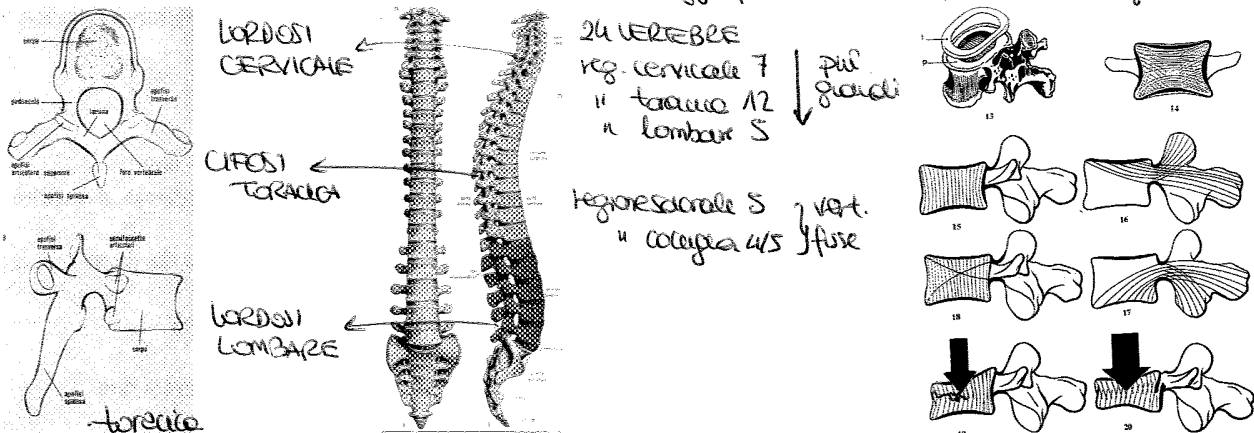


PROTESI DI RICOPRIMENTO - PARZIALMENTE VINCOLATE - TOTALMENTE V O A FLESSO FISSO

TRATTAMENTO CONSERVATIVO dell'ARTICOLAZIONE SCAPULO-OMERALE: artroplastica di resine (interepare), in laterale badger al posto delle cartilagini; artrodesi (bloccaggio); sostituzione protesica di omero o

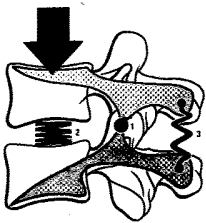
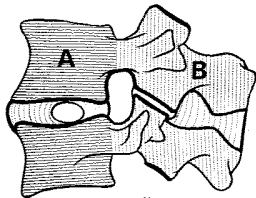
BIOMECCANICA DELLA COLONNA VERTEBRALE

FUNZIONI: mantenere il tronco in posizione eretta, trasferendo il carico dal torso al bacino, proteggere il midollo spinale, supporto alla gabbia toracica, passaggio per molti vasi, ammortizzatore per urti



DISCO INTERVERTEBRALE: UNITÀ MOTORIA

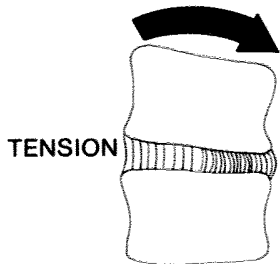
- 1 ANELLO FIBROSO PERIFERICO: strati concentrici di tessuto fibroso nei quali i fasci di fibre connettivali decorrono obliquamente da una vertebra all'altra → supporto carico in tutte le direzioni
- 2 NUCLEO PULPOSO: nella parte centrale → massa coardate di aspetto gelatinoso, capace di cambiare forma in assenza dell'anello. Comportamento assimilabile a quello di un liquido incompressibile → resistenza alla compressione



è saldamente edacesto alle facce di 2 corpi vertebrali contigui, forma biconvessa in sezione sagittale altezza non costante $\approx 2 \rightarrow 9$ mm

distribuiscono il carico sul piatto vertebrale

nell'anello → trazioni, flessioni, tensioni
 rotazioni: taglio



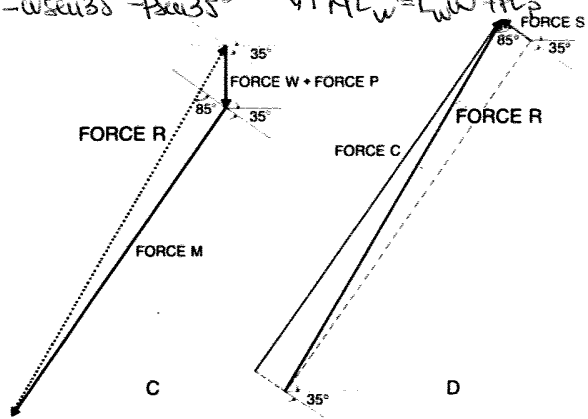
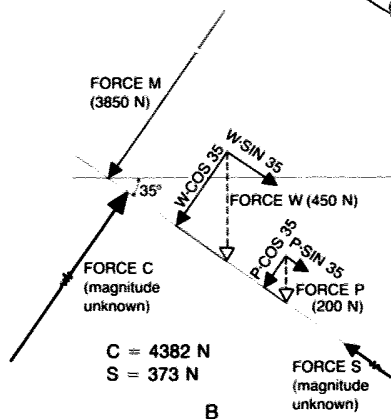
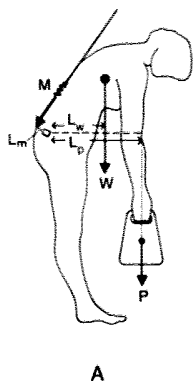
Preterrebbe un'incisione sul disco si ha una protrusione del nucleo indicativa di un'abituale stato di compressione. Il nucleo tende a sperdere i corpi vertebrali, tensioni nell'anello e nei legamenti longitudinali

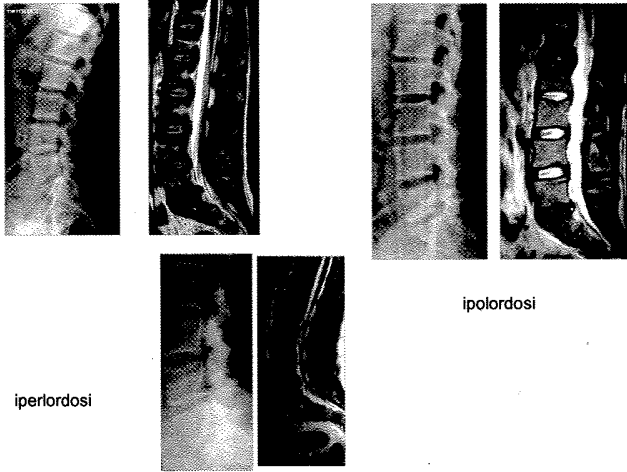
I legamenti sono: longitudinale anteriori, L. posteriore sacrospinoso e intervertebrale

$$M-C + W \cos 35^\circ + P \cos 35^\circ$$

$$S - W \sin 35^\circ - P \sin 35^\circ$$

$$VI \quad M L W = L W W + P P$$





Possibili strade d'intervento

Artrodesi

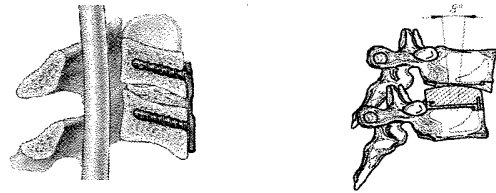
Discectomia + fusione

Porta all'irrigidimento del rachide con conseguente perdita di mobilità

Artroplastica

Protesizzazione

Il disco viene sostituito con un disco protesico conservando la mobilità fisiologica



Protesi del disco nucleare

utilizzate nel caso in cui l'anulus non sia danneggiato per sostituire il nucleo degenerato del disco

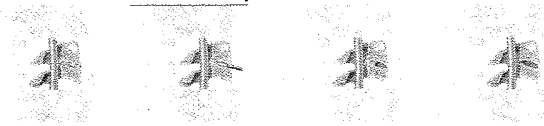
in alcuni casi è possibile sostituire solo parte il nucleo polposi

Dischi artificiali

utilizzati per sostituire il disco intervertebrale e prevenire di preservare il movimento del rachide

metallo-metallo
lega di titanio Pclaret.

Discectomia: asportazione del disco



Fusione: fusione dell'osso vertebrale per mezzo di innesto osseo



Tipologie di impianto osseo

Autoinnesto

provenienza da paziente stesso, alto tasso di fusione, ma rischi per il paziente (dolore nella zona di prelievo, ematomi, infezioni, lesioni ai nervi e fratture iliache)

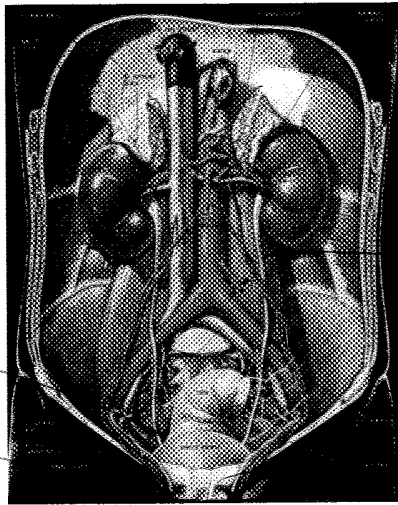
Alloinnesto

provenienza da cadavere, minore basso tasso di fusione, ma nessuna complicazione per il paziente

Data la minore efficacia in termini di crescita ossea dell'innesto allogenico, si rende necessario l'utilizzo di riempitivi ossei e dispositivi di fissaggio al fine di facilitare la crescita stessa

BIOMECCANICA UROLOGICA

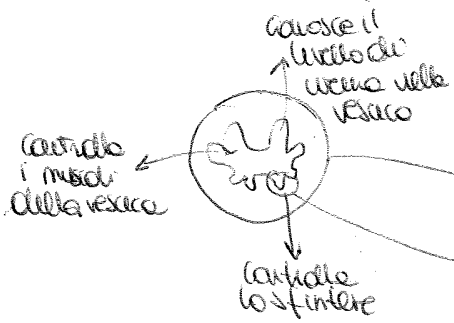
posto nel setto peritoneo



3D image processing
TAC PET RM

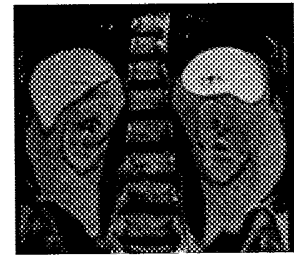
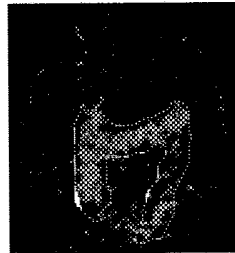
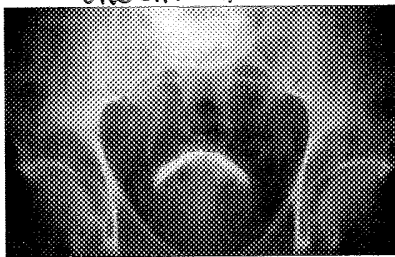
ureteri

uretra

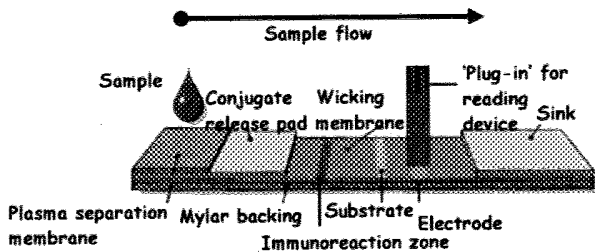


3D IMAGE PROCESSING (TAC, PET, RM)
TC-Intestinal Image processing
SCINTIGRAFIA

Endoscopia virtuale
UROGRAFIA



RISONANZA
MAGNETICA
da da imma-
gini molto
precise sui
tessuti e fibre



Biomedical Technologies in urological diagnosis
Biolumico elettronico
Medicinal surgery
Medicinal endoscopy
Medicinal and neurological field
extracorporeal treatment
gene therapy in urologic disease

malattie urologiche

- Neoplasma
- ostruzione tratti u.
- infezioni " "
- malformazioni u.
- malattie renali degenerative
- trauma u.

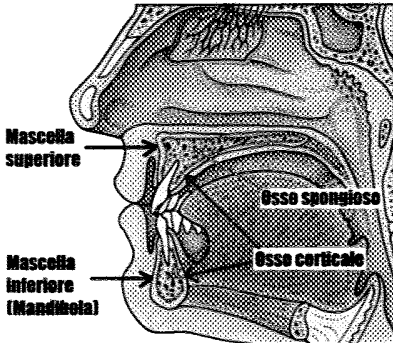
- tunnel sottomucosa evita il reflusso dell'urina

per i calcoli renali si può
"rompere" il calcolo con
radio terapia

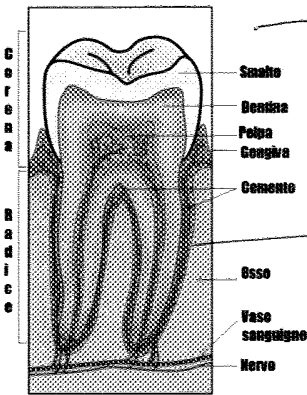
Urologia meccanica: metodo per l'analisi
raffinamento di diagnosi e applicazione
grafici

IMPIANTI DENTALI

Sezione sagittale mediana



l'osso mascellare è costituito da un bordo esterno di osso corticale denso, compatto e molto resistente, dallo spessore variabile dei 2 ai 5 mm e da un interno di osso spongioso (trabecolare) leggero e simile ad una spugna. La gengiva ha la funzione di guarnizione intorno al dente e protezione delle strutture sottostanti.

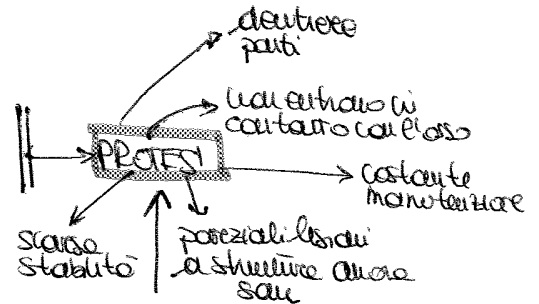


organi destinati alla deglutizione. In entrambi le arcate partendo dal centro si trovano 4 incisivi, 2 canini, 4 premolari e 6 molari - totale 32 denti.

legamento parodontale tra radice e osso, permette dei movimenti.



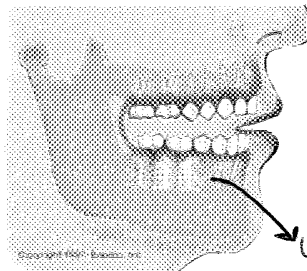
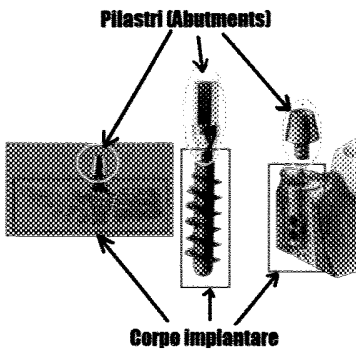
EDENTOLIA → mancanza di denti
 ↳ difficoltà masticatorie
 ↳ problemi di fonazione
 ↳ estetico e rapporti sociali



Riabilitazione del cavo orale

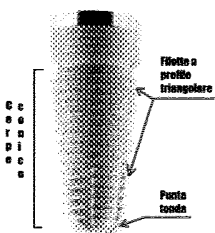
IMPIANTI

dispositivo progettato per essere collocato chirurgicamente all'interno del o sull'osso mandibolare o mascellare, per fornire resistenza allo spostamento di una protesi dentale.



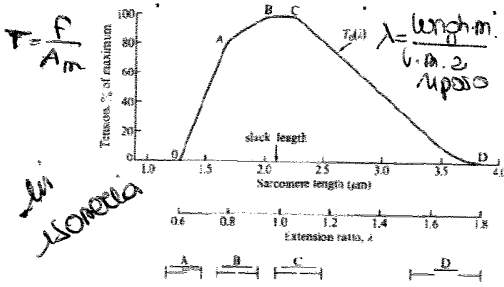
Impianto a lama per edentulia parziale, inserito in mascella inferiore.

→ quando vi è ridotta l'osta ossea



I più recenti a vite o root-form: sono i più utilizzati ed i più studiati di questo giorno.

Sono anche usati per fissare le dentiere (rimovibili).



La forza tetanica massima dipende dalla lunghezza imposta al muscolo

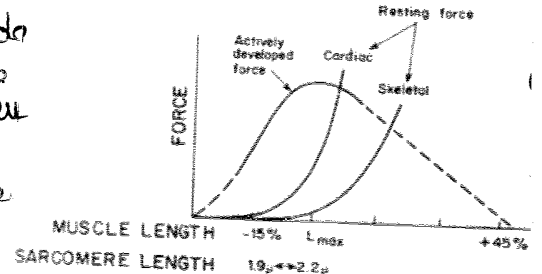
$A = \text{volume} / \text{lunghezza del muscolo}$

$\text{Volume} = \text{peso del muscolo} / \text{massa volumica dell'acqua}$

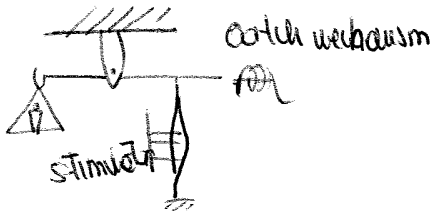
$T_{max} \approx 0,2 \text{ MPa}$

LEGGE DI STARLING: il volume di sangue eiettato dal ventricolo è tanto maggiore quanto maggiore è il volume telediastolico (allo fine delle diastole, prima delle contrazioni) e costituisce un fondamentale principio di autoregolazione del cuore

Risultò cruciale l'importanza della caratteristica meccanica delle fibre a riposo: la legge di Starling assicura che quanto più il volume telediastolico è elevato, tanto più le fibre sono stirate e, perché la loro lunghezza non supera una lunghezza critica, tanto più sono in grado di contrarsi e quindi di spingere il sangue dal ventricolo nell'arteria



esperimento che combina la situazione isometrica con l'isotattico:

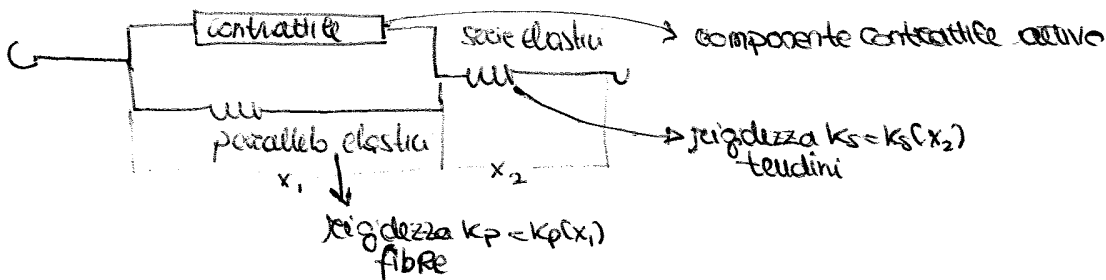
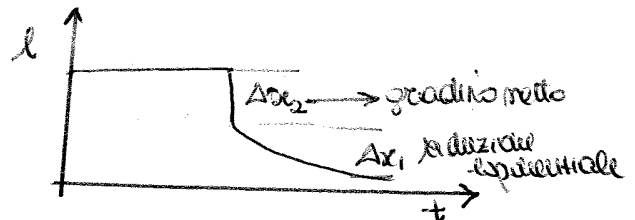


Il muscolo (o anche il singolo sarcomero) viene stimolato tetanicamente in condizioni isometriche

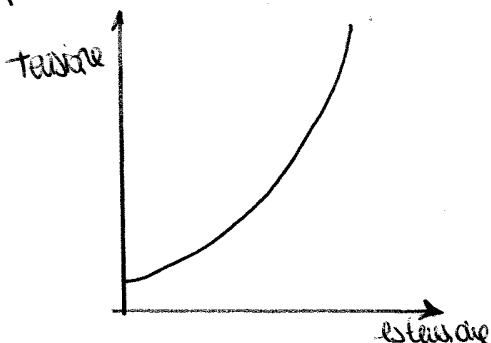
Viene tolto il blocco alla leva: a questo punto il muscolo viene sollevato isotonicamente $T_A = P_B$

l'effetto dell'inerzia del peso può essere ridotto riducendo o oppure introducendo un meccanismo

Il muscolo si accorta in due tempi
Il muscolo si comporta come una molla ideale più qualche elemento smorzato



Per valutare la rigidezza dei componenti in serie è possibile effettuare diverse esperienze quick-release facendo variare il carico T e misurando le A_{x_2} che dipende essenzialmente dagli elementi in serie



ELEMENTO CONTRATTILE

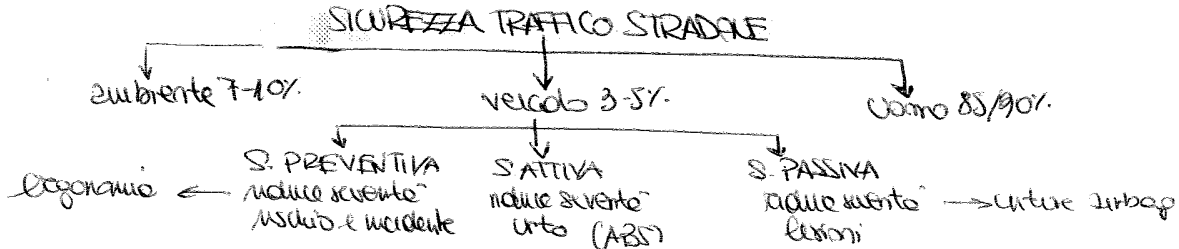
- l'esperienza ci dice che deve esserci una relazione tra forza e velocità
- un muscolo che si sta accorciando non permette di sviluppare la stessa forza che sviluppa in condizioni isometriche
- Nel Q-R l'accorciamento istantaneo è dovuto al componente elastico in serie, e l'eventuale variazione di lunghezza dipende dall'elemento contrattile
- importante è la velocità iniziale alla quale si contraccia dopo Q

BIONMECCANICA TRAUMI DAURTO

- 1933: Università del Wayne's studio sui criteri di tolleranza del trauma
- 1943: catalogazione qualitativa dei vari tipi di lesione con correlazione tra gravità e tipo di impatto de l'urto generato → studio accelerazioni ↔ corpo umano
- 1963: inizio delle ricerche da parte delle aziende automobilistiche

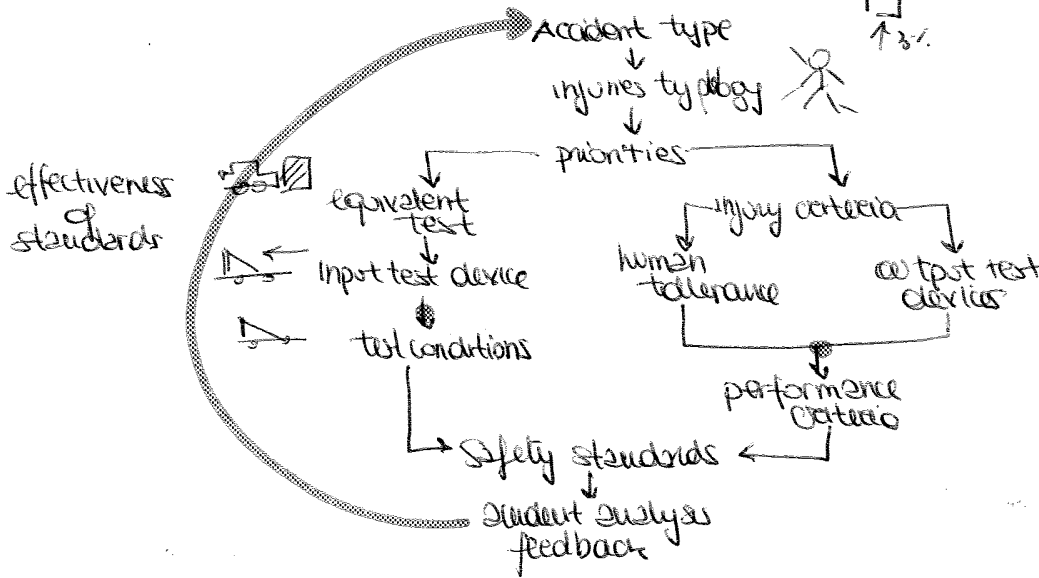
PROBLEMA DELLA DURATA DELL'URTO

SPERIMENTAZIONE SU: ANIMALI, VOLONTARI, CADAVERI, MANICHINI
 Simulazione matematica: modelli agli elementi finiti, modelli a coppi rigidi articolati

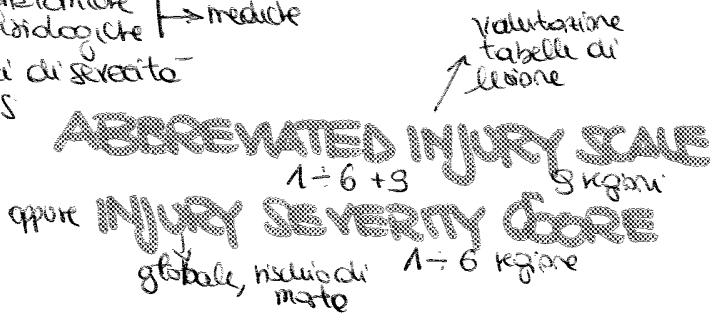
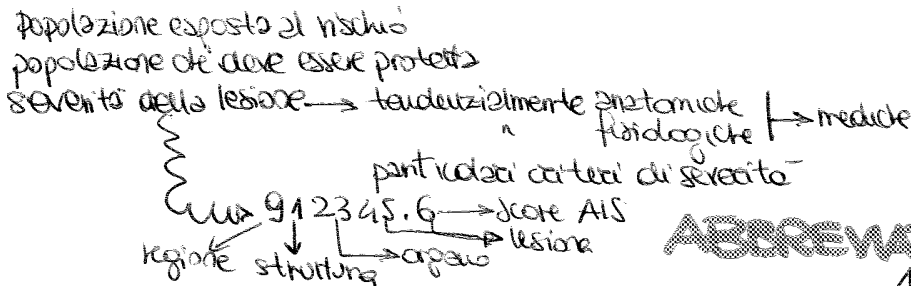


SEQUENZA DEGLI URTI:

- I URTI: VEICOLO/OSTACOLO, durata di un battito di ciglio (1/10s) a 60km/h a -20g → Ciclista sgozzato!
- II URTI: OCCUPANTE/INTERNO VEICOLO: 10/15 ms
- III URTI: ORGANI INTERNI: 3/5 ms organi su parti del corpo



URTO È UN EVENTO DINAMICO IN CUI L'INERZIA DEI CORPI È IL MOTIVO PRINCIPALE DELLE LESIONI



- livelli di severità di lesione
- criteri di lesione
- livelli di criteri di lesione
- tolleranza umana

COLLO

2

2. Criteri basati sull'interazione dei meccanismi di lesione nel piano (x,z)
PREMESSA

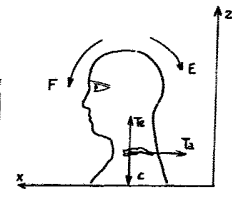
- I valori dei criteri di prestazione associati ai singoli meccanismi di lesione sono oggi ritenuti poco attendibili; quelli utilizzati si basano su studi più recenti.
- E' dimostrato sperimentalmente che la contemporanea applicazione di Forze assiali (tensione o compressione) e Momenti (flessione o estensione) riduce la tolleranza umana. Pertanto le forze assiali (tensione o compressione) ed i momenti (flessione o estensione) sono usati per calcolare 4 combinati criteri di lesione che corrispondono ai 4 principali meccanismi combinati di lesione cervicale che sono di:
- Tensione - estensione (N_{TE})
- Tensione - flessione (N_{TF})
- Compressione - estensione (N_{CE})
- Compressione - flessione (N_{CF})

COLLO

1

1. Criteri legati ai singoli meccanismi di lesione

CINEMATICA DEL SISTEMA nel piano (x,z)	↓	MECCANISMI DI LESIONE	- FLESSIONE - ESTENSIONE - TENSIONE - COMPRESSIONE - TAGLIO	I.C.	H.T. (HIII) 50%ile M	} Yds. curve
				Mt	Mt	
				Mt	≤ 190 Nm	
				+ Fz	≤ 57 Nm	
				- Fz	≤ 3.3 KN	
				Fx	≤ 4.0 KN	
				Fx	≤ 3.1 KN	



- La direttiva europea per la protezione degli occupanti nell'urto frontale recepisce questi valori come "CRITERI DI PRESTAZIONE".

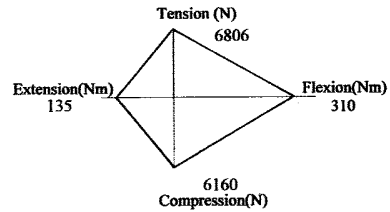
L' espressione analitica del "criterio di lesione del collo"(combinazione lineare di Forze assiali e Momenti) diventa

$$N_{ij} \leq 1 \quad \left\{ \begin{array}{l} N_{TE} = \frac{T_{max}}{6806} + \frac{E_{max}}{135} \leq 1 \\ N_{TF} = \frac{T_{max}}{6160} + \frac{F_{max}}{310} \leq 1 \\ N_{CE} = \dots \leq 1 \\ N_{CF} = \dots \leq 1 \end{array} \right. \quad \text{dove} \quad \left\{ \begin{array}{l} T = \text{Tensione (N)} \\ C = \text{Compressione (N)} \\ E = \text{Estensione (Nm)} \\ F = \text{Flessione (Nm)} \end{array} \right.$$

-la condizione ≤ 1 determina il "criterio di prestazione"
-analogamente si procede se si utilizzano altri manichini della famiglia (H₃)
-La piu' recente proposta governativa di modifica dello standard USA di protezione degli occupanti nell'urto frontale (conformita' obbligatoria a partire dal 2003) recepisce questo "criterio di lesione" coi "criteri di prestazione" che ne derivano.

Area di conformita' , nel piano (x,z) per criteri basati sull'interazione dei meccanismi di lesione (USA 2003) (H₃ 50% ile Maschio)

I piu' recenti studi concludono che "la non lesione del collo" debba essere verificata nelle 4 combinazioni lineari Delle forze assiali (tensione, compressione) coi momenti (estensione, flessione)



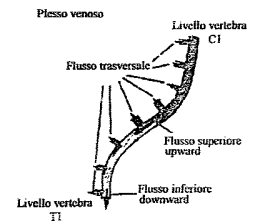
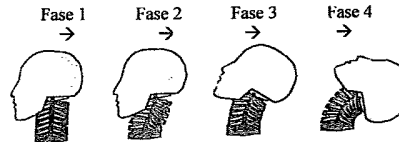
COLLO

6

3. Criterio fluidodinamico

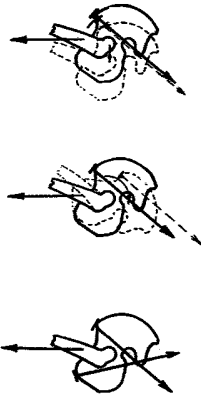
- Cinematica del sistema → Nell'urto posteriore il rachide cervicale assume inizialmente una forma a S
- Meccanismo di lesione → Rapida variazione di volume del canale spinale cervicale → inversione della direzione di flusso del sangue contenuto nel canale → conseguente aumento di pressione in alcune parti del sistema nervoso principale e, quindi del periferico → micro lesioni al tessuto nervoso periferico.
- Criterio di lesione

WHIPLASH: fasi



Dettaglio del plesso venoso nell'artroamento del collo e direzioni di flusso.

SCAVALCAMENTO DELLA CRESTA ILIACA
(FENOMENO DI SUBMARINING) 2



CRITERIO ADDOME
(Urto Frontale) 4

TOLLERANZA UMANA:

- CARICO SU CINTURA ADDOMINALE ≤ 3.5 KN
- CON UN'INTRUSIONE ANTERO-POSTERIORE ≤ 39 mm.
- (NON RECEPITO IN ALCUNA LEGGE).

CRITERIO BACINO
(URTO LATERALE) 4

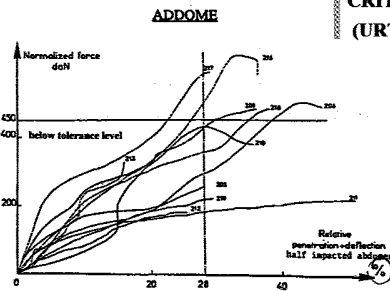
Tolleranza umana

$F_{max}(\text{sinfisi pubica}) < 10\text{KN}$ (riferita al 50%ile Maschio)

Criterio di prestazione
(EUROSID)

$F_{max}(\text{sinfisi pubica}) \leq 6\text{KN}$

CRITERIO ADDOME
(URTO LATERALE) 3



Toll. Umana : $F_{max} < 450$ daN (forza misurata esternamente)
 Penetrazione $< 28\%$ (= 40 mm per 50%ile maschio)
 Criterio di prestazione : $F_{max} < 250$ daN (forza misurata internamente) ad una penetrazione di 40 mm (EUROSID)

Criteri complesso Rotula, Femore, Bacino e loro articolazioni
(URTO FRONTALE) 5

-Criterio di lesione : Forza compressione femore

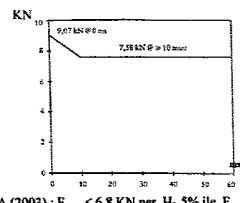
-Tolleranza Umana : $F_{max} \leq 10$ KN

- Criteri di prestazione

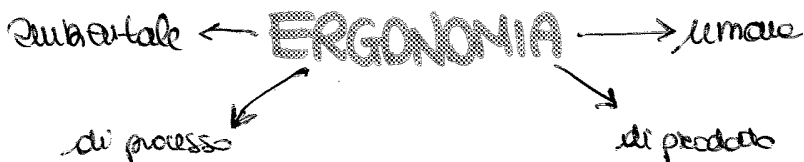
-USA : $F_{max} \leq 10$ KN per H_3 50% ile M

-U.E. : $F_{max} \leq 9,07$ KN per H_3 50% ile M

Altre F: conformi ad inviluppo



-USA (2003) : $F_{max} \leq 6.8$ KN per H_3 5% ile F



Didio Giubardo
18.12.2012

è la scienza che si occupa dell'interazione tra gli elementi di un sistema e le funzioni percettive progettate

LEGGE DEL LAVORO

ERGONOMIA FISICA: si basa sulle caratteristiche umane anatomiche, antropometriche, fisiologiche e biomeccaniche in relazione all'attività fisica

ERGONOMIA COGNITIVA: si basa sui processi mentali e su come intervergono sull'interazione uomo-elementi

ORGANIZZATIVA: si basa sull'ottimizzazione delle strutture organizzative, delle politiche aziendali e dei processi

PUNTI DI FORZA:

- sviluppo degli oggetti
- riconoscimento delle differenze individuali
- convincimento che la progettazione degli oggetti influenza il comportamento e il benessere dell'uomo

PUNTI DI SCETTICISMO:

lo studio di check list

individualizzazione
del lavoratore
corretto
**FIT THE MAN TO
THE JOB** **FJM**

vs.

FJM adattamenti
del lavoro
all'uomo
↳ scarsa ergonomia e minor qualità
↳ evita eccedimento

evitare discriminazioni
e malattie provocate
dal lavoro

due giorni di assenza
costa 3,5 volte un
giorno pagato

difficile da capire se sono
dovute al lavoro
o no ← malattie
muscoloscheletriche

Sottostima delle
malattie professionali
- si manifestano dopo anni
- patologie aspecifiche
- e periodi di latenza

malattie professionali non
- tabellate
sono diventate la
maggioranza!

malattie professionali tabellate
sono quelle conosciute nell'azienda e a cui
di determinate lavorazioni, elencate in tabelle
collegate a specifici provvedimenti legislativi

lista I: malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità

- I: " " " " " " " " " " " " " " " " " "
 - II: " " " " " " " " " " " " " " " " " "
 - III: " " " " " " " " " " " " " " " " " "
- " " " " " " " " " " " " " " " " " "

PROF. ALOJ.

FISSATORI ESTERNI

23 ottobre 2012

The state of the art in treatment of diaphyseal fractures with the external fixator

Scopo del traumatologo → salvare la vita del paziente

più distante si basca tra un frammento e l'altro, più c'è lavoro biologico

all'inizio sono ematomi

se non si blocca l'osso, il materiale biologico si trasforma in sifone e non in osso

osso, fegato, tutti 2 tessuti che si ricostituiscono

guarigione diretta: fissazione
" indiretta

fissatore → unilaterale: segue le tappe della callogenesi

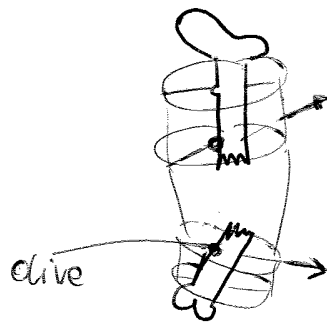
↳ demineralizzazione

↳ ciccolari: filo in acciaio, con cerchi → carico sui fili

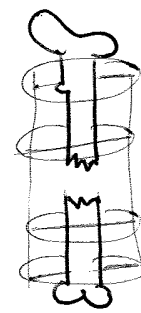
devo tensionarlo per trasmettere forza → stabilità superiore alla vite



FISSATORE UNILATERALE



clive

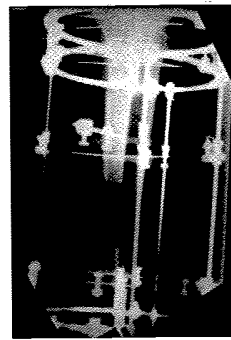
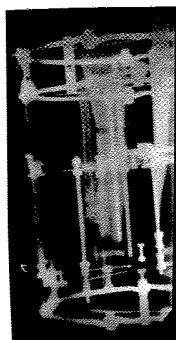
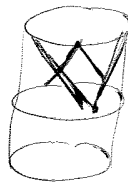


inizio a mettere il filo nelle parti distali

spesso in rapporto allungamento (posso accorciare di 6/8cm)

si usano stimolanti per la crescita
attenzione alle infezioni!

software per decidere il fissatore
sistemi escapabili con pistoni



Esercizi

[S] (μM)	Assenza di inibitore	Inibitore
3	10,20	4,20
5	14,87	6,61
10	22,67	11,60
30	34,83	23,41
90	42,41	35,40

- A) Quali sono i valori di K_M e V_{max} in assenza di inibitore? E in sua presenza?
- B) Di quale tipo di inibizione si tratta?
- C) Qual è la costante di legame di questo inibitore?
- D) Se $[S]= 10 \mu M$ e $[I]=2 \text{ mM}$, quale frazione di molecole di enzima ha legato il substrato? E l'inibitore?
- E) Se $[S]= 30 \mu M$, quale frazione delle molecole enzimatiche avrà un substrato legato in presenza e in assenza di inibitore 2mM? Paragonare questo rapporto con il rapporto delle velocità di reazione nelle stesse condizioni.

Esercizio 4

Le proprietà cinetiche dell'enzima discusso nell'esercizio 2 sono ora valutate in presenza di un inibitore diverso. La concentrazione di questo inibitore è 100 μM.

Velocità (μmol/minuto)

[S] (μM)	Assenza di inibitore	Inibitore
3	10,4	2,03
5	14,5	2,97
10	22,5	4,52
30	33,8	6,95
90	40,5	8,46

- A) Qual è il valore di K_M e V_{max} in presenza di questo inibitore? Confrontare i valori ottenuti con quelli del problema 2.
- B) Di quale tipo di inibizione si tratta?
- C) Qual è la costante di dissociazione di questo inibitore?
- D) Se $[S]= 30 \mu M$, quale frazione di molecole enzimatiche ha legato il substrato in presenza e in assenza di inibitore alla concentrazione di 100 μM?

Esercizio 5

Il grafico $1/V_0$ in funzione di $1/[S]$ viene detto grafico di Lineweaver-Burk. Un altro modo di esprimere le proprietà cinetiche è il grafico di V_0 in funzione di $V_0/[S]$, conosciuto come grafico di Eadie-Hofstee.

- A) Riordinate l'equazione di Michaelis-Menten per ottenere V_0 in funzione di $V_0/[S]$.
- B) In questo grafico qual è il significato della pendenza, dell'intercetta con l'asse delle ordinate e dell'intercetta con l'asse delle ascisse?
- C) Disegnate un grafico di V_0 in funzione di V_0/S in assenza di inibitore, in presenza di un inibitore competitivo e in presenza di un inibitore non competitivo.

Esercizio 6

Per un enzima che segue semplicemente le cinetiche di Michaelis-Menten, qual è il valore di V_{max} se V_0 è uguale a 1 μmol/minuto a $K_M 1/10$?

Esercizio 7

Le proprietà cinetiche di un enzima sono misurate in funzione della concentrazione di substrato in presenza ed in assenza di un inibitore (I) alla concentrazione di 100μM.

[S] (μM)	Velocità (nanomoli/min)	
	NO inibitore	CON inibitore
1	0,12	0,069767
3	0,25	0,1
5	0,3262	0,1104
10	0,442	0,121

- A) Qual è il valore di K_M^{APP} e V_{max}^{APP} in presenza dell'inibitore?
- B) Di quale tipo di inibizione si tratta?

$$V_{max}^{APP} = 4,747 \cdot 10^{-3} \frac{M}{min}$$

$$\begin{cases} y=0 \\ y=0,2311x+0,021 \end{cases} \rightarrow x = -0,0322 = -\frac{1}{K_M^{APP}} = -\frac{1}{3,1 \cdot 10^{-5} M}$$

Costante di legame di $I = K_I$?

$$K_M^{APP} = K_M \left(1 + \frac{[I]}{K_I} \right) \rightarrow 1,1 \cdot 10^{-3} M$$

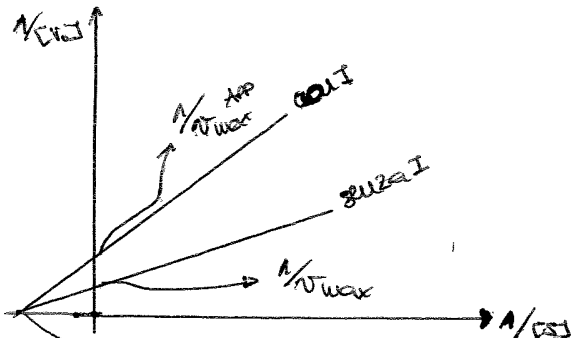
$$f_{ES} = \frac{[ES]}{[E] + [ES]} = \frac{[ES]}{K_M + [S]} \approx \frac{[S]}{K_M + [S]}$$

$$[S] = 10 \mu M, K_M = 10,96 \mu M, f_{ES} = \frac{[ES]}{[E] + [ES]}, K_M = \frac{[E][S]}{[ES]}$$



$$K_I = \frac{[E][I]}{[EI]} \Rightarrow [EI] = \frac{[E][I]}{K_I} \Rightarrow f_{ES} = \frac{[S]/K_M}{1 + \frac{[S]}{K_M} + \frac{[I]}{K_I}}$$

4. no inibitore $\rightarrow y = 0,2311x + 0,021$
 con inibitore $\rightarrow y = 1,1614x + 0,1051$



$$\begin{cases} y = 0,2311x + 0,021 \\ y = 0,1051 + 1,1614x \end{cases} \quad (-0,0304, 0)$$

$$-\frac{1}{K_M} = -\frac{1}{K_M^{APP}}$$

$$-\frac{1}{K_M^{APP}} = -0,0304 \rightarrow K_M^{APP} = 11,062 \mu M$$

$$y = 0,1051 = \frac{1}{N_{Max}^{APP}} \cdot \frac{V_{max}^{APP}}{1 + \frac{[I]}{K_I}} = 9,515 \frac{\mu mol}{minuto}$$

$$N_{Max}^{APP} = \frac{V_{max}^{APP}}{\alpha} = \frac{V_{max}^{APP}}{1 + \frac{[I]}{K_I}} \rightarrow 47,5 \mu mol/minuto$$

$$9,515 \frac{\mu mol}{minuto} = \frac{47,5 \mu mol/minuto}{1 + \frac{[I]}{K_I}} \rightarrow K_I = 25 \cdot 10^{-6} M$$

$$[S] = 30 \mu M$$

frazione di complesso ES $\rightarrow f_{ES}$

$$f_{ES} = \frac{[S]}{[S] + K_M} \text{ (no inibitore)} \rightarrow \frac{30}{30 + 10,96} = 0,73 \rightarrow \text{frazione}$$

$$f_{ES} = \text{con inibitore}$$

$$K_M = K_M^{APP}$$

f_{ES} ad inibitore

MECANISMI DI CATALISI ENZIMATICA

1. CATALISI ACIDO-BASE

c. acida: quando c'è un trasferimento di ioni H^+ dal catalizzatore al substrato

c. basica: quando c'è un " " " " dal substrato al catalizzatore

Si suddividono a loro volta in
SPECIFICA con mediazione dell'acqua
GENERALE • altre mediazioni

Un sito attivo possono essere presenti residui di amminoacidi che fungono da donatori o accettatori di protoni. (aumentano le velocità anche di 5 ordini di grandezza)

RNA si A → scinde la molecola a singolo filamento di RNA nei singoli ribonucleotidi

2. CATALISI COVALENTE

legame covalente tra substrato ed enzima. Reagiscono le molecole latenti, donando una coppia di elettroni ad un atomo parzialmente positivo della molecola del substrato (attacco nucleofilo)

3. CATALISI MEDIATA DA IONI METALLICI

1. lo ione metallico può servire da catalizzatore elettrofilo, stabilizzando una carica negativa su un intermedio della reazione

2. uno ione metallico può legarsi al substrato aumentando il n° di interazioni con l'enzima e quindi l'energia di legame

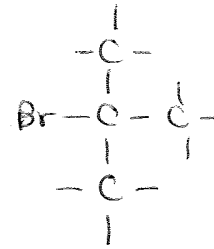
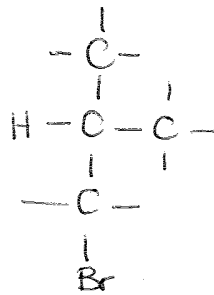
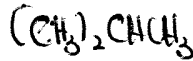
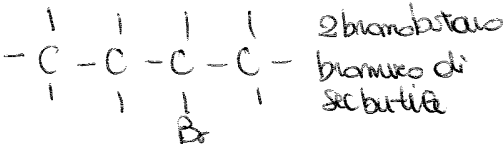
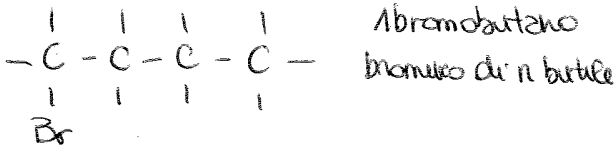
3. uno ione metallico può generare un nucleofilo, incrementando l'aiuto di una molecola posta nelle vicinanze

4. CATALISI PER INTERAZIONE DIETROSTATICA

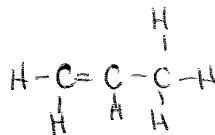
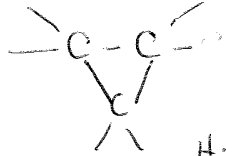
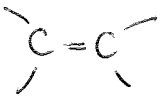
distribuzione delle cariche intorno al sito attivo di un enzima organizzate in modo tale da stabilizzare lo stato di transizione catalizzato. Inoltre in alcuni enzimi la distribuzione delle cariche serve a guidare i substrati polari verso il sito di legame e così la velocità di questi enzimi sembra più facile degli stessi limiti imposti loro dalla diffusione

ESERCIZI - CHIMICA ORGANICA

1. Si elencano i monobromoderivati di $CH_3CH_2CH_2CH_3$

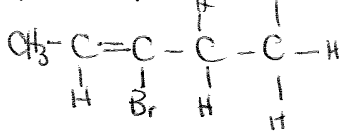


2. Si scrivono le formule di struttura

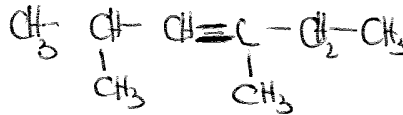


3. Formule di struttura

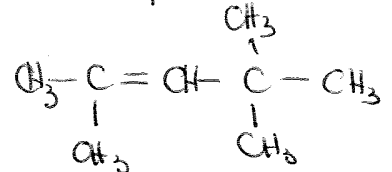
3-primo-2-pentene



2,4-dimetil-3-esene

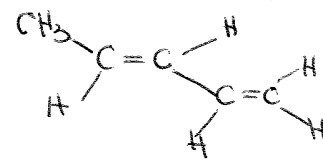
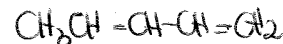
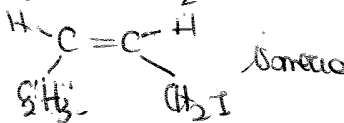
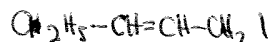
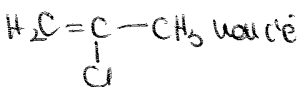


2,4,4-trimetil-2-pentene

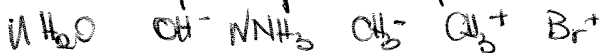


non è 2,2,4-trimetil-3-pentene!
6° per base!

4. Quale dei seguenti alcheni ha un'isomeria geometrica?



5. Compara queste specie elettrofilie o nucleofile:

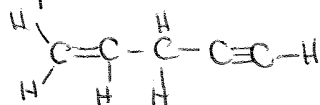


6. Formule di struttura

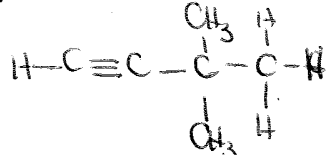
2-butino



1-penteno-4-ino

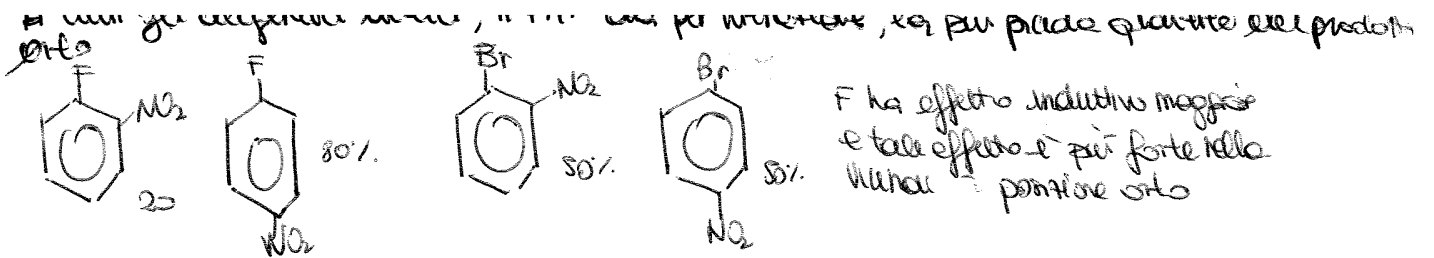


3,3-dimetil-1-butino

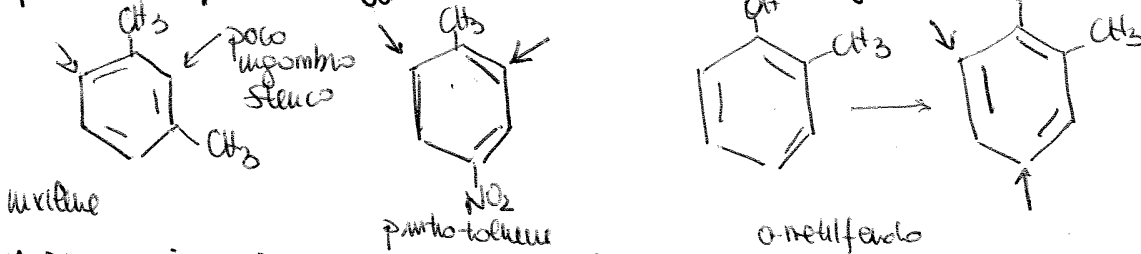


7. n° di ossidazione?

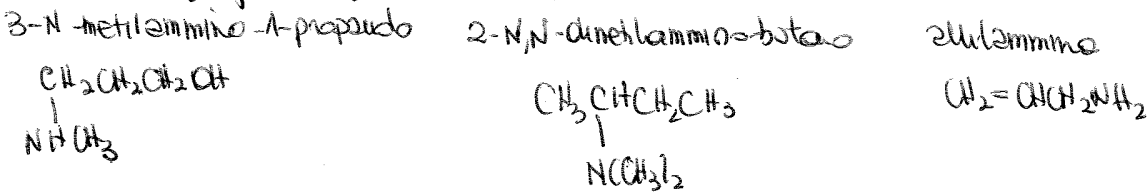




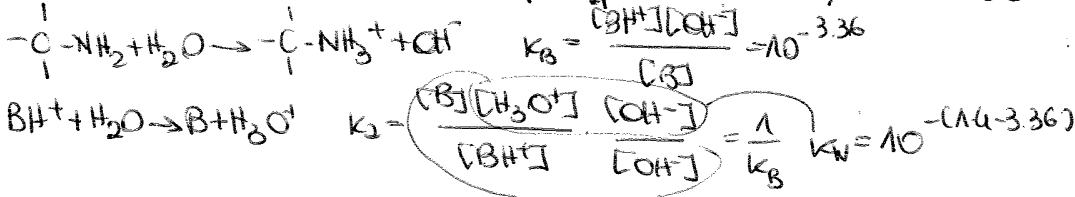
16. In assenza dei seguenti composti indicati con una freccia la posizione che con maggiore probabilità può essere soggetta a una sostituzione elettrofila.



17. Si indichino le formule di struttura di:



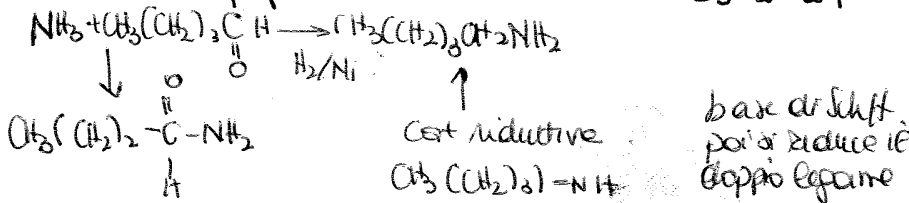
18. Perché la CH_3NH_2 in soluzione acquosa fa virare al blu la cartina al tornasole?



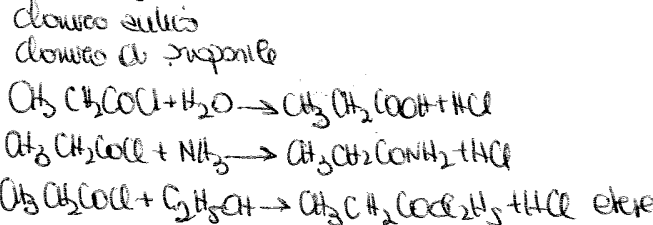
19. Perché la $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ si scioglie in soluzione acquosa di HCl?



20. Illustrare la preparazione dell'ammina $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{CNH}_2$ per amminazione riduttiva.



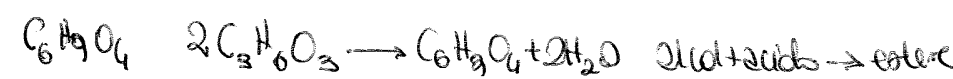
21. Si riportino la struttura e il nome principali che si forma facendo reagire $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCl}$ con H_2O , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, NH_3

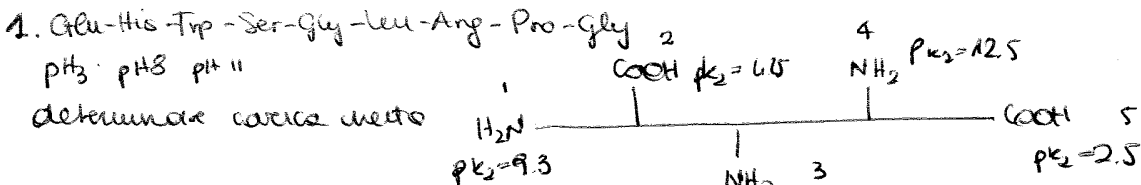


22. Indicare la struttura del composto A $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{MgBr} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{H}^+} \text{A}$



23. Suggerire una struttura plausibile del prodotto ($\text{C}_6\text{H}_9\text{O}_4$) che si ottiene per riscaldamento dell'acido lattico $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$





$K_a = 10^{-9.3} \approx 5 \cdot 10^{-10}$ $NH_2 = \frac{[NH_2][CH^+]}{[NH_3^+]}$



1. $pH=3 \rightarrow 5 \cdot 10^{-10} = \frac{[NH_2]}{[NH_3^+]} = 5 \cdot 10^{-7}$ prevale NH_3^+ +1

$pH=8 \rightarrow 5 \cdot 10^{-1}$ prevale NH_3^+ +1

$pH=11 \rightarrow 5 \cdot 10$ prevale NH_2 0

2. $K_2 = 10^{-6}$

$pH=3 \rightarrow 5 \cdot 10^{-3} = 10^{-6}$ +1

$pH=8$ 0

$pH=11$ 0

4. $K_3 = 10^{-12.5}$

$pH=3$ +1

$pH=8$ 1

$pH=11$ +1

2. $K_4 = 10^{-4.5}$

$pH=3$ 0

$pH=8$ -1

$pH=11$ -1

5. $K_5 = 10^{-2.5}$

$pH=3$ +2

$pH=8$ 0

$pH=11$ -1

$1 \ 0 \ 1 \ 1 \ -1 = 2$

$1 \ -1 \ 0 \ 1 \ -1 = 0$

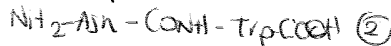
$0 \ -1 \ 0 \ 1 \ -1 = -1$

2. KRYDEFIN ha una natura idrofobica o idrofila?

basta sommare

-3.9 = idrofilico (+) idrofobico

3. Esistono 2 peptidi contenenti Trp e Asn. Quali saranno le cariche nette dei dipeptidi a pH 2 e pH 12?



$pK_3 (-COOH) = 2.33$

$pK_1 (-NH_2) = 9.39$ (1)

$pK_2 (-NH_2) = 6.80$

$pK_4 (-COOH) = 2.02$ (1)

carica netta pH 2

$K_1 = \frac{[H^+][NH_2]}{[NH_3^+]}$ $10^{-9.39} = \frac{10^{-2} [NH_2]}{[NH_3^+]}$ $\rightarrow 10^{-7.39}$ prevale NH_3^+ +1

$K_4 = \frac{[COO^-][H^+]}{[COOH]}$ $10^{-2.02}$ $\frac{[COO^-]}{[COOH]} = \frac{10^{-2.02}}{10^{-2}} = 10^{-0.02} \approx 1$ praticamente all'equilibrio "pare uguali" -1" (+1)

$\frac{10^{-9.39}}{10^{-2}} = \frac{[NH_2]}{[NH_3^+]}$ $= 10^{-7.39}$ [-1]

8. Una proteina purificata migra come un unico bandone su SDS-PAGE in assenza di mercaptoetanolio. In presenza di mercaptoetanolio con la stessa tecnica sono visibili due bandone di uguale intensità con il metodo del Damsyl cloroacetato indica la presenza di glicine e leucina. Che conclusioni si possono trarre?

identifica il amino-terminale iniziabile

due catene legate con

9. Durante l'analisi di sequenza di una proteina furono ottenuti i seguenti peptidi per idrolisi con tripsina

Ile-Ser-Ser-Met-Arg.

Thr-Met-Ala-Asp-Arg

Ser-Glu-Leu-Arg

notate con BrCN

Ala-Asp-Arg-Ile-Ser-Ser-Met

digestione con termolisina

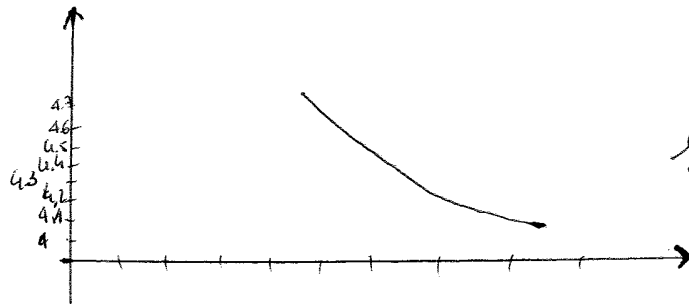
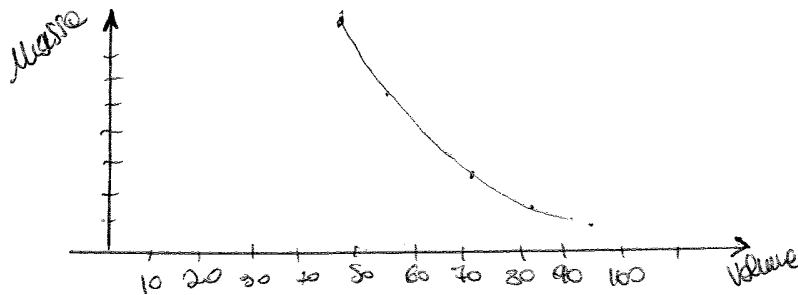
Leu-Ser-Met-Arg-Ser-Glu

Qual è la sequenza della proteina

Ile - Met - Ala - Asp - Arg - Ile - Leu - Ser - Met - Arg - Ser - Glu - Leu - Arg

10. Il metodo comune per la determinazione delle masse relative di proteine è la cromatografia per gel permeazione. Una colonna viene calibrata con proteine di massa nota dalle quali si misurano i volumi di eluente necessari per far uscire la proteina dalla colonna. Si ottiene la tabella (vedi pdf)

Una proteina di massa sconosciuta viene eluita sulla stessa colonna con un volume di eluente di 82 ml. Qual è la sua Mr?



82 ml = log 1.72

Mr = 52,1480

Qual è il significato? presumibilmente la proteina

Una casella dello stesso gruppo di proteine viene analizzata su SDS-page (condizioni denaturanti) senza mercaptoetanolio

22/12/2012

7. Un amico vi dice che nell'RNA ci sono solo quattro diversi tipi di basi. Cosa gli rispondereste?

Quattro tipi di basi differenti -adenina, citosina, guanina ed uracile- costituiscono la maggioranza delle basi nell'RNA, ma non sono le uniche. Vi sono anche un certo numero di basi modificate, soprattutto nel tRNA.

8. Qual è la composizione in basi completa di un DNA eucariotico a doppio filamento che contiene il 22 per cento di guanine?

La percentuale di citosina eguaglia quella della guanina, del 22%. Questo tipo di DNA, pertanto, ha un contenuto pari al 44% di G-C; il restante 56% è costituito da A-T. La percentuale di adenina eguaglia quella di timina; rispettivamente esse costituiranno una percentuale pari al 28%.

9. Perché la replicazione del DNA è descritta come un processo semiconservativo? Qual è l'evidenza sperimentale per la natura semiconservativa del processo? Che risultati sperimentali vi aspettereste se la replicazione del DNA fosse un processo conservativo?

- 1- batteri cresciuti in un terreno di coltura ricco dell'isotopo pesante ^{15}N → l'isotopo viene metabolizzato ed introdotto in molte molecole biologiche, tra cui le basi azotate del DNA. → In questo modo il DNA presente nei batteri è un "DNA pesante", poiché inglobava atomi di azoto più pesanti della norma.
- 2- Alcuni batteri prelevati, isolati e, con opportune tecniche di laboratorio, venne estratto il loro DNA. Quest'ultimo venne aggiunto ad una provetta contenente una soluzione concentrata di cloruro di cesio (CsCl). La provetta fu poi centrifugata. In queste condizioni nella provetta si forma un gradiente di densità dal momento che il CsCl tende a concentrarsi verso il fondo della stessa. Una volta che si è formato il gradiente di densità, il DNA (ma in generale qualunque molecola nella provetta) migra per fermarsi nella regione della soluzione che ha densità uguale alla sua. (centrifugazione in gradiente di densità)
- 3- Il DNA può essere messo in evidenza in seguito all'introduzione di particolari sostanze che si legano ad esso e divergono visibili se illuminate da luce UV → comparsa di una banda verso il fondo della provetta.
- 4 - A questo punto alcuni batteri furono trasferiti dal primo terreno di coltura in un nuovo terreno in cui era presente ^{14}N anziché ^{15}N . I microrganismi metabolizzarono l'azoto includendolo nelle basi azotate dei nucleotidi che andranno a formare (tra le altre cose) le nuove eliche di DNA.
- 5 - Trascorso il tempo necessario per la formazione di una nuova generazione di batteri (ovvero il tempo necessario per la replicazione del DNA), alcuni batteri furono prelevati dal terreno, isolati e venne estratto il DNA.
- 6 - In seguito ad una centrifugazione in gradiente di densità si ottenne un'unica banda posta in posizione superiore rispetto a quella del caso precedente: il DNA era quindi più leggero.

7. Trascorso il tempo necessario per la successiva replicazione del DNA venne ripetuta la suddetta procedura. → si ottennero due bande: la prima in posizione nettamente superiore a quelle ottenute nei casi precedenti, la seconda nella stessa posizione di quella dell'esperimento precedente.

A questo punto possiamo identificare:
 un DNA "pesante". In cui per forza erano presenti due filamenti ^{15}N .
 un DNA "medio". In cui per forza era presente un filamento ^{15}N e un filamento ^{14}N .
 un DNA "leggero". In cui per forza erano presenti due filamenti ^{14}N .

8 - Alla luce di ciò, l'unico modello in grado di spiegare i "pesi" delle varie molecole di DNA era quello della replicazione semiconservativa.

Nel caso di replicazione conservativa sarebbe sempre stata visibile la banda della doppia elica $^{15}\text{N} / ^{15}\text{N}$ (situazione non rispecchiata dai risultati sperimentali), mentre, nel caso della replicazione distributiva alle generazioni successive non sarebbe stata presente la banda del DNA $^{14}\text{N} / ^{15}\text{N}$, cosa che invece i fatti escludono.

10. Perché è necessario un corto innesco di RNA per la replicazione?

La DNA polimerasi III non inserisce un deossiribonucleotide senza controllare che la base precedente sia corretta. E necessaria una base precedente anche per poter verificare che quella base faccia parte di un ribonucleotide.