

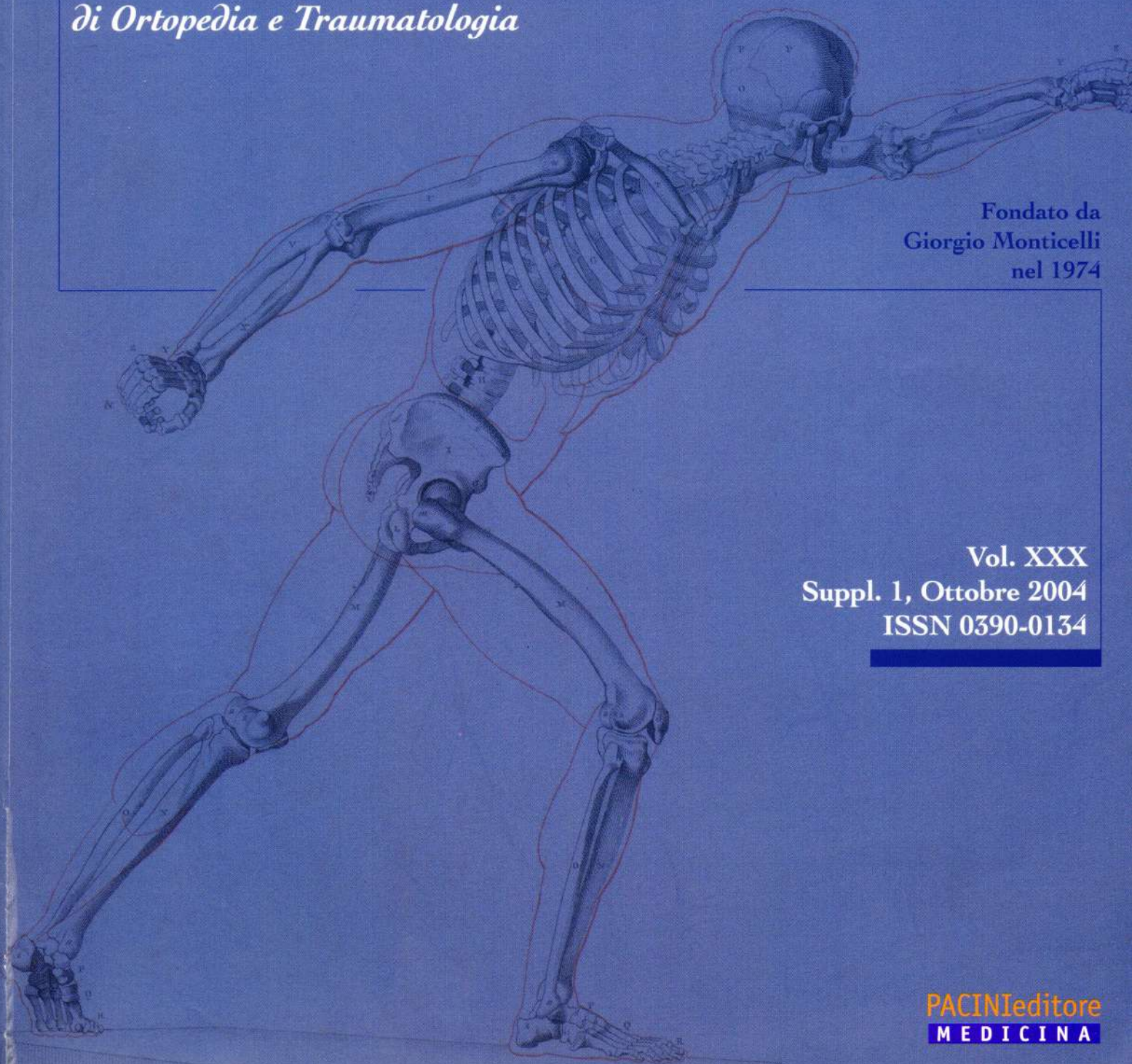
Giornale Italiano di **ORTOPEDIA E** **TRAUMATOLOGIA**



*Organo ufficiale
della Società Italiana
di Ortopedia e Traumatologia*

Fondato da
Giorgio Monticelli
nel 1974

Vol. XXX
Suppl. 1, Ottobre 2004
ISSN 0390-0134



PACINeditore
MEDICINA

I trapianti ossei e i sostituti dell'osso – Traumatologia

- Il Norian-SRS come sostituto osseo nel trattamento delle fratture pluriframmentarie associate ad infossamento nel calcagno: nostra esperienza* » S113
A. Scarchilli, V. Sepe, G. Bollea, R. Fabbrini, A. Tucciarone
- Proteina osteogenica-1 (OP-1) nel trattamento delle pseudoartrosi e delle perdite di sostanza ossea: esperienza preliminare*..... » S119
P. Cherubino, M. Ronga, F. Baldo, G. Zappalà
- Bone morphogenetic protein-7 nel trattamento delle pseudoartrosi: indicazioni e limiti* » S125
A. Gigante, C. Bevilacqua, M. Cappella, F. Greco
- L'impiego della Matrice Ossea Demineralizzata nelle pseudoartrosi e nei ritardi di consolidazione delle ossa lunghe* » S129
P. Jannelli, S. Lepore
- Innesti ossei versus innesti ossei con fattori di crescita: nuovo razionale chirurgico nelle fratture complesse, nelle malunioni, non unioni o necrosi delle fratture prossimali dell'omero*..... » S136
R. Russo, L. Vernaglia Lombardi, G. Giudice, M. Ciccarelli

Le deformità angolari e rotatorie degli arti inferiori

- L'imaging nella misurazione e nella valutazione della evoluzione delle deviazioni rotatorie ed angolari degli arti inferiori* » S140
G. Peretti, W. Albisetti, A. Memeo, M. Gallazzi
- Torsion Deformities of the Lower Limb. Classification, clinical aspects and treatment* » S147
L. Staheli
- Deformità angolari degli arti inferiori in età evolutiva: classificazioni, clinica e indicazioni al trattamento* » S153
N. de Sanctis, A. Fabozzo, F. Rondinella, C. Ruosi
- Le deformità angolari degli arti inferiori nell'adulto*
M. Massobrio, F. Lucarini, F. Postacchini » S169
- Le deformità del piede e loro influenza sulla biomeccanica del ginocchio: classificazione, clinica e indicazioni terapeutiche*..... » S183
S. Giannini, F. Ceccarelli, M.G. Benedetti, A. Ferruzzi, L. Berti

Le deformità angolari e rotatorie degli arti inferiori – Ginocchio

- Il trattamento chirurgico del Morbo di Blount* » S190
G. Riccardi, V. Riccio

Deformità angolari degli arti inferiori in età evolutiva: classificazioni, clinica e indicazioni al trattamento

Deformities of the lower limbs in growing age: classification, clinics and indications for treatment

N. de Sanctis
V.A. Fabozzo
F. Rondinella
C. Ruosi

RIASSUNTO

Gli autori dopo aver premesso quanto sia complesso definire un inquadramento generale delle deformità angolari degli arti inferiori per la molteplicità dei fattori di natura anatomica, biologica, meccanica, evolutiva ed eziopatogenetica concomitanti ritengono opportuno raggruppare le varie D.A. sulla base di un criterio eziopatogenetico.

Essi sottolineano l'importanza dell'esame clinico coadiuvato dalla documentazione radiografica con i suoi eventuali approfondimenti TAC e RMN.

Essi espongono le limitate possibilità del trattamento incruento ed in particolare dell'uso dei tutori.

Elencano le varie opzioni chirurgiche così riassunte:

Osteotomie

Lineari

Cuneiformi

Cupoliformi o cilindriche

Multiple derotanti

Chirurgia della cartilagine di accrescimento

l'emiepifisiodesi

la de-epifisiodesi

la distrazione epifisaria

Dopo aver approfondito i principi anatomici e biotrigonometrici moderni alla base delle metodiche chirurgiche essi elencano i vari mezzi di sintesi mettendo in evidenza i criteri della loro scelta.

Essi espongono come indicazioni prioritarie del trattamento chirurgico la progressività della D.A., un valore angolare francamente eccedente alla norma in fattore all'età, l'obliquità della rima articolare, la presenza di dolore e la presenza di lassità articolare.

Gli autori concludono presentando i fattori che debbono essere considerati al fine di scegliere sia il momento ideale per intervenire sia la tecnica più adatta.

Essi rammentano infine come nel trattamento chirurgico in età evolutiva valga sempre il principio della massima stabilità accompagnata alla minima invasività.

SUMMARY

The authors explain as is complex to settle a general framing of the angular deformities of the lower limbs because of many factors concurred: anatomical, biological, mechanical, evolutive and etiopatogenetical.

They think proper classify the various angular deformities based on etiopatogenetical criteria.

The authors underline the importance of the clinical observation with X-Ray documentation eventually completed with TC scan and MRI.

They expound the scanty efficacy of the conservative treatment and particularly the use of the orthosis.

The list the difference surgical possibilities so summarized:

<i>Osteotomies</i>	<i>Surgery of the growth cartilage</i>
Linear	emiphysiodesis
Wedge	depiphysiodesis
Dome or cylindrical	epiphyseal distraction
Multiple-derotational	

After exposure of the modern anatomical and biotrigonometrical theoretical principles that support the surgical procedures they list various means of synthesis putting on evidence choose criteria.

The authors show as priority indications of the surgical treatment progressiveness of angular deformities, angular value out rule regarding the age, obliquity of the anatomical rima, pain, articular laxity.

In conclusion they present the factors that must be considered to select the ideal timing to operate and the best procedure.

They underline as the surgical treatment in growing age must be based on too important principles: "Maximum stability and minimum invasiveness".

DEFINIZIONE

Per deformità angolari (DA) degli arti inferiori si intendono tutte quelle modificazioni della normale conformazione anatomica dei segmenti scheletrici e/o delle strutture articolari caratterizzate da una o più angolazioni che giacciono sui piani di simmetria frontale, sagittal.

PREMESSA

L'inquadramento generale delle DA degli arti inferiori in età evolutiva è molto complesso. La complessità è legata a diversi fattori di natura anatomica, biologica, meccanica, evolutive nonché dall'elemento etiopatogenetico, non sempre di chiara identificazione¹.

In alcuni casi il riconoscimento del fattore causale ci consente di agire efficacemente su di esso come per esempio nelle deformità evolutive da epifisiodesi post-traumatica o nel morbo di Blount. In altri casi è il fattore evolutivo a guidare la decisione chirurgica indipendentemente dalla causa che ha condotto alla deformità. La conoscenza infine della anatomia e dell'istologia patologica dell'osso in alcune deformità, per esempio nella displasia fibrosa, nelle osteomalacie, nell'osteogenesi imperfetta, etc., è fondamentale nella scelta della tecnica di osteosintesi più appropriata.

CLASSIFICAZIONE

Non esiste a tutt'oggi una classificazione omnicomprensiva delle deformità angolari in età evolutiva. In letteratura ortopedica infatti, sia negli studi di revisione che nella trattatistica, i vari Autori hanno raggruppato le deformità angolari per distretto anatomico (ginocchio varo/valgo) o per singola patologia (deformità post-traumatiche, esiti di osteocondrite dell'anca, esiti di artrite, displasia fibrosa etc.). La necessità di classificare in modo sistematico le deformità angolari in età evolutiva nasce dall'intento di riconoscere gli aspetti anatomopatologici e clinici che le accomunano e quelli che le contraddistinguono, distinzione che ci appare basilare ai fini della valutazione prognostica e dell'indicazione al trattamento.

In ultima analisi lo sforzo classificativo dovrebbe tener conto dei seguenti parametri: *grado della deformità, mono-bilateralità, associazione con altre deformità, età, patologie concomitanti, evolutività*. Tuttavia, un tal numero di variabili rende l'inquadramento classificativo eccessivamente complicato e di scarsa utilità. Pertanto ci è parso opportuno raggruppare le varie DA sulla base di un criterio etiopatogenetico.

1. Primitive

- a. Congenite (coxa vara, ipo-agenesie, tibia recurvata senza pseudoartrosi, lussazione congenita di ginocchio, etc.)
- b. Idiopatiche
 - i. Paramorfismi infantili autocorreggibili
 - ii. Deformità progressive familiari e non
 - iii. Ginocchio valgo idiopatico dell'adolescenza

2. Secondarie

- c. Malformazioni congenite (coxa valga in D.C.A., tibia vara in PTC inveterato, pterigio, etc.)
- d. Osteocondrodiplosie (M. di Blount, M. esostosante multipla, displasia epifisaria emimelica, Morbo di Legg-Calvé-Perthes, etc.)
- e. Osteopatie
 - i. Primarie (Displasia fibrosa, pseudoartrosi congenite, osteogenesi imperfetta, etc.)
 - ii. Metaboliche (Rachitismi, tesaurismosi)
 - iii. Nefrogene
 - iv. Emopatiche
- f. Neuropatie e miopatie (IMC, esiti di PAA, distrofie muscolari, etc.)
- g. Infezioni
 - i. Fisiite acuta in corso di artrite
 - ii. Osteomielite cronica
- h. Reumatismi (ARG)
- i. Neoplasie
- j. Traumi
 - i. Lesioni della cartilagine di crescita
 - ii. Viziosa consolidazione ossea

le distale nel piede torto congenito EVS inveterato. Tra le secondarie si annoverano le DA secondarie a disarmonia del processo di crescita tipica delle osteo-condrodiplosie, termine che qui deve essere inteso nella sua accezione più vasta: il morbo di Blount, il Perthes, la malattia da esostosi multiple, oltre alla grande varietà di condrodiplosie rare che si manifestano tardivamente con DA come la displasia epifisaria emimelica. In altri casi l'osso va incontro ad un incurvamento più che una deviazione angolare a vertice unico. Ciò succede quando per l'alterata architettura ossea (esagerata componente fibrosa nel caso della D.F. di Jaffé-Lichtenstein, difetto molecolare del collagene nell'O.I., alterata mineralizzazione nel rachitismo) il segmento scheletrico diventa gradualmente deformabile sotto l'effetto del carico o in conseguenza delle ripetute micro o macrofratture (nel caso dell'O.I.). Altre cause di incurvamento segmentario progressivo sono l'opterigio e le corde fibrose^{2,3}. Entrambi agiscono come tiranti o corde d'arco che, frenando la crescita da un lato, causano lo sviluppo curvilineo dell'osso (Figg. 1. e 2).



Fig. 1.

Le DA primitive comprendono le deviazioni angolari che si osservano alla nascita e che pertanto vengono definite primitive in base ad un concetto temporale, ossia in relazione all'epoca in cui si manifestano. Alle primitive appartengono anche le cosiddette DA idiopatiche. In questo gruppo rientrano i frequentissimi paramorfismi oltre alle deviazioni angolari osservabili in corso di sviluppo (developmental deformities nella terminologia anglosassone) a genesi sconosciuta dove, in una certa percentuale di casi, è presente familiarità. Più ampio ed articolato è l'insieme delle DA secondarie. Alcune deformità congenite possono generare nel tempo delle DA e rotatorie degli AA.II. a causa dell'alterata trasmissione delle forze di carico nel distretto anatomico malformato; ne sono tipici esempi la coxa valga nella D.C.A. e il varismo tibia-

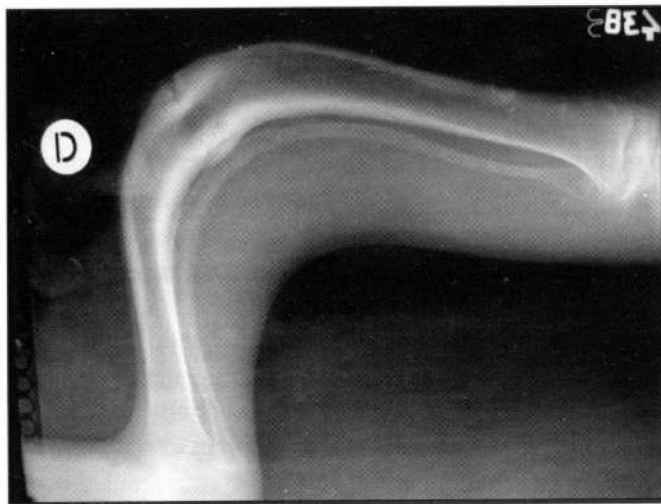


Fig. 2.

Deformità angolari talvolta anche gravi all'anca e al ginocchio s'instaurano nel corso di neuropatie centrali, mentre nelle malattie del 2° motoneurone (es. esiti di P.A.A.) sono frequenti le gravi instabilità di ginocchio con secondaria deformità in varo-valgo o recurvato-procurvato. Le infezioni possono causare deformità angolari con due meccanismi distinti: nel caso delle osteoartriti o delle metafisiti juxtaepifisarie è il danno alla cartilagine di crescita o la sua abnorme sollecitazione flogistica a causare l'alterazione; nel caso delle osteomieliti croniche o subacute è l'esagerata plasticità dell'osso in continuo rimaneggiamento insieme ai frequenti cedimenti strutturali a causare la deviazione che, in genere, ha sede diafisaria o metafiso-diafisaria.

Tra le cause di DA maggiore quella traumatica è numericamente la più rilevante. Il trauma può agire con due meccanismi apparentemente non correlati: 1) il danno alla cartilagine di crescita (emiepifisiodesi con formazione di ponte osseo incompleto) oppure 2) la viziosa consolidazione. In quest'ultimo caso si tratta tipicamente di postumi di fratture metafisarie lasciate guarire con un certo grado di angolazione, in una sede, appunto la metafisaria in cui il naturale processo di ristrutturazione meta-traumatico non porta sempre al ripristino degli assi anatomico e meccanico. Cosa che invece di regola accade nelle fratture a sede diafisaria, tanto più favorevolmente quanto minore è l'età del paziente. La ragione di questa scarsa propensione all'autocorrezione dell'asse anatomico delle fratture metafisarie (tipicamente le prossimali di tibia nel bambino di età superiore a 4-5 anni) è ancora

sconosciuto. Nel bambino grandicello e nell'adolescente, deformità angolari diafisarie residue superiori a 10 gradi devono mettere in guardia ortopedico e genitori perché non sempre si ottiene la correzione spontanea in un arco di tempo ragionevole. La strategia terapeutica e la valutazione prognostica delle fratture degli arti inferiori con elevato potenziale deformante, devono tener conto non solo dell'età del traumatizzato, bensì anche la sede anatomica interessata. In particolare tra quelle a più alto rischio di esiti deformanti v'è senza dubbio l'estremo femorale distale e l'estremo prossimale di tibia. Ad aiutarci a comprenderne le ragioni sono le conoscenze dell'anatomia dell'età evolutiva. Difatti, la fisi femorale distale è la sede più estesa e a più elevata velocità di crescita dell'intero scheletro. Essa contribuisce approssimativamente per il 70% all'elongazione del femore, ed addirittura per il 37% all'allungamento dell'intero arto inferiore, con una crescita di circa 1 centimetro per anno fino alla maturità scheletrica, fondendosi con la metafisi tra i 14 ed i 16 anni nelle ragazze ed i 16-18 anni nei ragazzi, includendo, inoltre, l'intera superficie articolare femorale distale. A livello dell'epifisi tibiale prossimale la tuberosità pre-tibiale compare inizialmente come propaggine della fisi fondendosi con il nucleo principale intorno ai 17 anni. La fisi tibiale prossimale contribuisce per il 55% alla lunghezza dell'intero segmento e per il 25% alla lunghezza dell'intero arto inferiore, con un accrescimento in lunghezza di 0,64 cm per anno fino alla maturità scheletrica. Da questi brevi cenni di anatomia si intuisce che le fratture interessanti tali segmenti scheletrici, se non congruamente trattate, porteranno a gravi deformità non solo del ginocchio ma dell'intero arto inferiore.

CLINICA

L'esame clinico si avvale di un'accurata anamnesi familiare e perinatale. Si indagherà sullo sviluppo motorio del paziente e sull'epoca di comparsa della deformità. Ci si informerà sulle condizioni generali e alimentari del paziente e sulle sue capacità motorie rispetto ai coetanei. L'esame clinico deve tener conto dell'età anagrafica ed ossea del paziente, in quanto lo sviluppo morfologico e neuromotorio sono profondamente diversi nei diversi momenti evolutivi. I più critici sono indubbiamente la prima infanzia e l'adolescenza.

La manifestazione bilaterale delle DA degli arti inferiori è di gran lunga più frequente della localizzazione mono-

laterale⁴. In genere le prime sono da ricondurre a situazioni paramorfiche-posturali che evolvono benignamente con l'accrescimento scheletrico.

Per una corretta valutazione biomeccanica si terrà conto non solo della deformità angolare dell'arto inferiore, ma anche dell'eventuale eterometria, prestando particolare attenzione alla giunzione lombo-sacro-pelvica, sede dei meccanismi riflessi di compenso e all'origine di andature patologiche. Le DA diafisarie non sempre sono accompagnate da alterazioni degli assi meccanici delle articolazioni contigue che possono presentare un normale orientamento rispetto alla risultante di carico. Questo si verifica soprattutto in quelle patologie dell'età evolutiva caratterizzate da deformabilità plastica dell'osso, come ad esempio nel rachitismo vit. D resistente, con conseguente incurvamento diafisario isolato, grazie agli aggiustamenti morfofunzionali di compenso. Viceversa, in altri casi come nelle deformità articolari congenite, o a seguito di fratture articolari con coinvolgimento della fisi e/o a prolungate sollecitazioni microtraumatiche, si può assistere a disassamenti articolari e para-articolari con movimento del tutto conservato. La combinazione di deviazioni assiali diafisarie ed articolari con l'inevitabile accorciamento dell'arto, sono sempre causa di andatura patologica. La misurazione clinica, associata ad una corretta documentazione fotografica è di capitale importanza per giudicare il risultato del trattamento o per un follow-up clinico nelle forme che richiedono solo l'osservazione seriata. L'esame radiografico è basilare. Le proiezioni devono essere eseguite con tecnica rigorosa, preferibilmente in ortostasi e in condizioni di rotazione neutra e permettere la misurazione degli assi meccanici ed anatomici, nonché la misurazione delle deviazioni angolari. L'esame radiografico ci permette inoltre di studiare eventuali osteopatie associate, fratture, neoplasie, etc. Il ricorso ad ulteriori esami di diagnostica per immagini è utile in talune condizioni. Ad esempio, nel caso si sospetti la presenza di corde fibrose o ponti ossei metafisioepifisari, l'esame RMN con lo studio multiplanare consente di quantificare l'estensione del ponte di epifisiodesi, elementi questi preziosi ai fini della strategia chirurgica. L'esame TAC oltre ad essere il *gold standard* nella misurazione dei vizi torsionali associati, è indispensabile insieme alla RMN nello studio delle alterazioni della struttura ossea come nelle neoplasie.

INDICAZIONI AL TRATTAMENTO

Trattamento incruento

Il trattamento incruento trova indicazioni molto limitate. Nelle gravi DA congenite (pseudoartrosi congenita di tibia, ginocchio recurvato) il confezionamento di apparecchi gessati in epoca precoce, sfruttando la plasticità dei tessuti propria dell'età, consente di ottenere una preliminare riduzione del grado della deformità e di prevenire l'aggravamento, in attesa del trattamento chirurgico. Stesso significato ha, in età immediatamente successiva, l'impiego di tutori, tuttavia, maggiore è l'età del piccolo paziente, più limitata è l'indicazione di questi mezzi. Nella tibia procurvata da pseudoartrosi congenita è bene procrastinare l'uso del tutore il più possibile, nella speranza anche di una ricostruzione spontanea della pseudoartrosi (forme di grado II e I di Boyd)⁵. L'uso di tutori notturni nei paramorfismi della prima infanzia è da bandire.

Trattamento chirurgico

Per la correzione di una DA in età evolutiva si possono adottare le seguenti soluzioni chirurgiche:

1. osteotomie, nelle sue varianti
 - lineari
 - cuneiformi
 - cupoliformi o cilindriche
 - multiple derotanti
2. chirurgia della cartilagine di crescita che contempla
 - l'emiepifisiodesi
 - la de-epifisiodesi
 - la distrazione epifisaria

SCIENZA DELL'OSTEOTOMIA

Sebbene gli interventi di osteotomia risalgano alla fine del 19° secolo (Volkman, 1875), le metodiche si sono sviluppate nel corso dei decenni più grazie all'esperienza empirica che sulla base di principi matematici obbiettivi. Noi cercheremo di fornire alcuni principi teorici a premessa dell'illustrazione delle metodiche chirurgiche.

Gli assi dell'arto inferiore

Lo studio di una DA dell'arto inferiore va effettuato sul piano frontale e sagittale.

La particolare conformazione del femore sul piano frontale rende necessaria la distinzione fra asse anatomico e asse meccanico. Sul piano sagittale l'asse meccanico riveste minore importanza, si tiene conto pertanto solo dell'asse anatomico (Fig. 3).

L'asse anatomico del femore e della tibia è la linea mediadiafisaria di ciascun segmento. Nella tibia asse anatomico e asse meccanico sono paralleli, con quest'ultimo spostato di qualche millimetro lateralmente. Nel femore l'asse anatomico forma un angolo di $7^\circ (\pm 2^\circ)$ rispetto all'asse meccanico.

Lo studio dell'orientamento delle articolazioni richiede la conoscenza di alcune nozioni. Rispetto all'asse meccanico di femore l'angolo distale laterale di femore (mLDFA) è in media di $87,5^\circ$; stesso valore possiede l'angolo prossimale mediale di tibia (MPTA). Uno scarto fra LDFA e MPTA sta ad indicare una lassità articolare di ginocchio, un'usura della cartilagine, una perdita ossea o un'ipoplasia dell'epifisi.

A livello della caviglia l'angolo del plafond tibiale (LDTA) rispetto all'asse di tibia è in media di $89^\circ (86^\circ-92^\circ)$.

A livello dell'anca non si considera la rima articolare bensì la linea di congiunzione fra sommità del grande tro-

cantere e centro della testa femorale. Questa linea forma con l'asse meccanico del femore un angolo (LPFA) in media di $90^\circ (85^\circ-95^\circ)$ (Fig. 4).

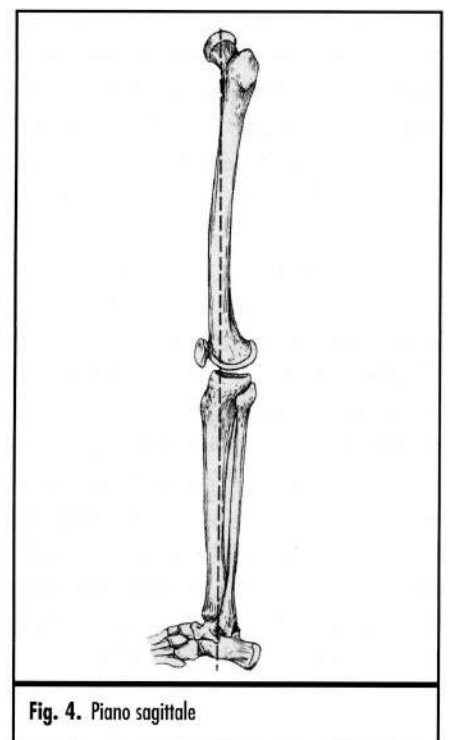
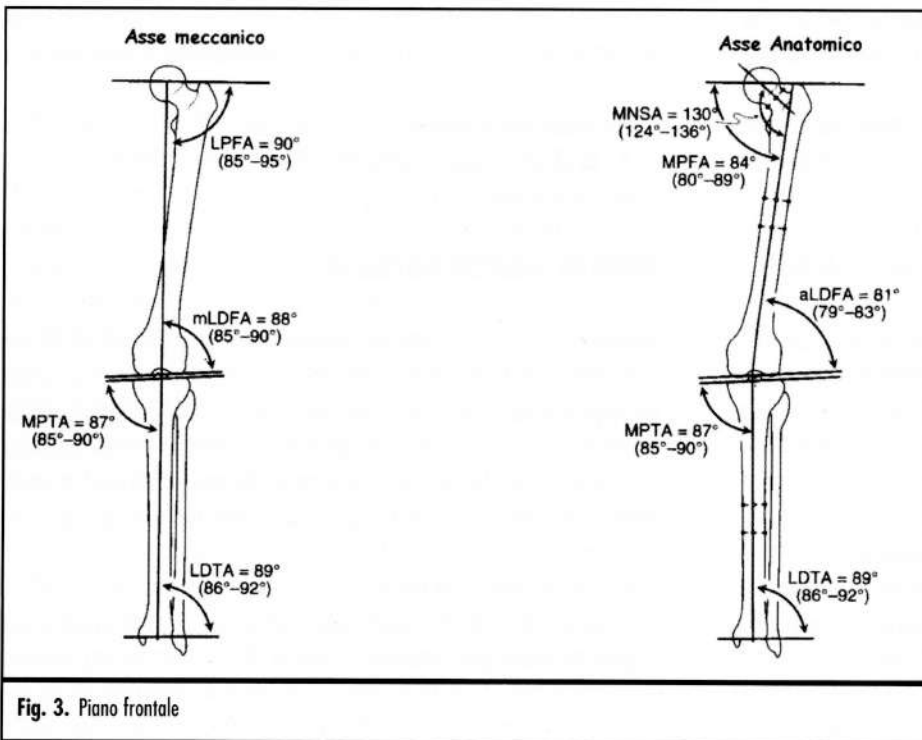
Sul piano sagittale la tolleranza di un disallineamento è relativamente più ampia. Bisogna tuttavia tener conto della fisiologica curvatura ad ampio raggio in procurvato della diafisi del femore e che nel ginocchio, sia a livello femorale che tibiale l'intersezione degli assi anatomici con gli assi articolari, a differenza di quanto si osserva sul piano frontale, non avviene in un punto centrale ma in una zona nettamente più anteriore.

Aspetti biotrigonometrici

Una DA è caratterizzata da 4 parametri ⁶:

- 1) il livello del vertice dell'angolazione o CORA (Center Of Rotation or Angulation);
- 2) il piano su cui giace l'angolazione;
- 3) la direzione dell'apice nel piano dell'angolazione;
- 4) l'ampiezza dell'angolazione.

Il CORA è identificato come il punto di intersezione delle linee d'asse prossimale e distale del segmento interessato. L'angolo supplementare a quello così ottenuto dà l'ampiezza dell'angolazione (Fig. 5).



Nella pianificazione delle osteotomie ci si deve attenere a due regole universali. La prima regola è che *se l'osteotomia viene eseguita esattamente a livello del CORA, la correzione angolare è da sola capace di riallineare gli assi prossimale e distale* (Fig. 6).

La seconda regola è che *se l'osteotomia viene eseguita ad un differente livello rispetto al CORA, la correzione angolare da sola conduce ad una traslazione reciproca fra segmento prossimale e distale, pertanto associando alla correzione angolare la traslazione si ottiene il pieno riallineamento fra segmento prossimale e distale* (Fig. 7).

Tali regole si addicono a tutte le varietà geometriche di osteotomia: sottrattive o di chiusura, di apertura, cilindriche o a cupola. In quest'ultimo caso perché sia rispettata la I regola di Paley il CORA deve coincidere con il centro di rotazione della curva osteotomica (Fig. 8).

La rettilineizzazione di un segmento angolato rispetto ad un altro comporta necessariamente un allungamento. Esso avviene lungo un arco di circonferenza e dipende dal coseno dell'angolo e dalla lunghezza del segmento angolato, secondo la formula seguente:

$$BD = AC \times \cos \vartheta$$

Dove BD è la lunghezza guadagnata, AC la lunghezza del segmento angolato e ϑ il valore dell'angolazione in gradi (Fig. 9).

Prendiamo in esame una tibia di 35 cm.

Se per esempio la deformità iniziasse 5 cm sotto il ginocchio avremmo il segmento AD di 30 cm.

Per calcolare il guadagno (BD) applicheremo la seguente formula:

$$BD = AD \times \cos \alpha \quad \text{se la deformità } \alpha = 30^\circ \Rightarrow \text{allora:}$$

$$BD = 30 \text{ cm} \times 0,866$$

$$BD = 26,02 \text{ cm}$$

Nel riallineare due segmenti angolati, quanto più ci si allontana dal vertice dell'angolazione (CORA) tanto minore sarà il guadagno in lunghezza.

La dimensione della base del cuneo osteotomico da asportare non deve essere calcolata empiricamente secondo la regola "un millimetro per ogni grado", valida solo per un'osteotomia tibiale alta di un soggetto adolescente con diametro tibiale di cm 6 o 7⁷. Per diametri inferiori (calcolabili preoperatoriamente mediante TAC o intraoperatoriamente) va applicata la seguente formula semplificata:

$$A = D \times 0,02 \times \varphi$$

dove A indica l'ampiezza della base del cuneo, D il diametro trasversale del segmento e φ l'angolo di correzione prescelto (Fig. 10).

Tale formula ha un margine di errore del 10% ed è applicabile per correzioni osteotomiche da 15° a 40°. Per angolazioni maggiori la procedura è più complessa perché il diametro va moltiplicato per la tangente dell'angolo, servendosi di una tabella tangenti.

Per il calcolo della lunghezza finale del segmento operato, al valore lineare ottenuto a seguito della correzione dell'angolazione si dovrà aggiungere (in caso di osteotomia di apertura) o sottrarre (in caso di osteotomia di chiusura) la metà dell'ampiezza del cuneo (A/2) (Fig. 11).

Nelle osteotomie femorali alte l'osteotomia di varizzazione comporta un accorciamento, le osteotomie di valgizzazione un allungamento. L'entità della lunghezza persa o guadagnata per effetto della variazione angolare è calcolabile secondo la formula:

$$\Delta A = L \times (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

dove ΔA è la variazione di lunghezza, L è la distanza (fissa) fra la testa femorale e la sede osteotomica, α_1 indica l'angolo supplementare di varo/valgismo del collo del femore e α_2 l'angolo della correzione (Fig. 12).

La Tabella I fornisce i valori delle variazioni di lunghezza per colli femorali lunghi da 2 a 6 cm e con angolo di inclinazione da 90 a 160° (Fig. 13).

Al valore ottenuto dal calcolo trigonometrico si deve aggiungere o sottrarre A/2 del cuneo osteotomico di apertura o, rispettivamente, di chiusura. Questo passaggio di calcolo viene omesso nelle osteotomie pendolari, a cupola o cilindriche.

I principi biotrigonometrici sono validi sia che si adotti la tecnica di taglio osteotomico classico sia che si ricorra alla cosiddetta corticotomia.

La complessità spaziale della DA può richiedere una correzione su più piani. Se il livello del CORA coincide con la deformità di, ad esempio, due componenti su piani diversi, donando una particolare inclinazione al piano dell'osteotomia si può ottenere la correzione di entrambe le componenti e l'aggiunta anche di una terza componente rotatoria. Anche l'osteotomia cupoliforme consente una correzione multiplanare e rotatoria e sarebbe in teoria la più versatile. Nella pratica, tuttavia, questo tipo di taglio osteotomico è raramente utilizzato nei soggetti in

La particolare conformazione del femore sul piano frontale rende necessaria la distinzione fra asse anatomico e asse meccanico. Sul piano sagittale l'asse meccanico riveste minore importanza, si tiene conto pertanto solo dell'asse anatomico (Fig. 3).

L'asse anatomico del femore e della tibia è la linea mediadiasfaria di ciascun segmento. Nella tibia asse anatomico e asse meccanico sono paralleli, con quest'ultimo spostato di qualche millimetro lateralmente. Nel femore l'asse anatomico forma un angolo di $7^\circ (\pm 2^\circ)$ rispetto all'asse meccanico.

Lo studio dell'orientamento delle articolazioni richiede la conoscenza di alcune nozioni. Rispetto all'asse meccanico di femore l'angolo distale laterale di femore (mLDFA) è in media di $87,5^\circ$; stesso valore possiede l'angolo prossimale mediale di tibia (MPTA). Uno scarto fra LDFA e MPTA sta ad indicare una lassità articolare di ginocchio, un'usura della cartilagine, una perdita ossea o un'ipoplasia dell'epifisi.

A livello della caviglia l'angolo del plafond tibiale (LDTA) rispetto all'asse di tibia è in media di $89^\circ (86^\circ-92^\circ)$.

A livello dell'anca non si considera la rima articolare bensì la linea di congiunzione fra sommità del grande tro-

cantere e centro della testa femorale. Questa linea forma con l'asse meccanico del femore un angolo (LPFA) in media di $90^\circ (85^\circ-95^\circ)$ (Fig. 4).

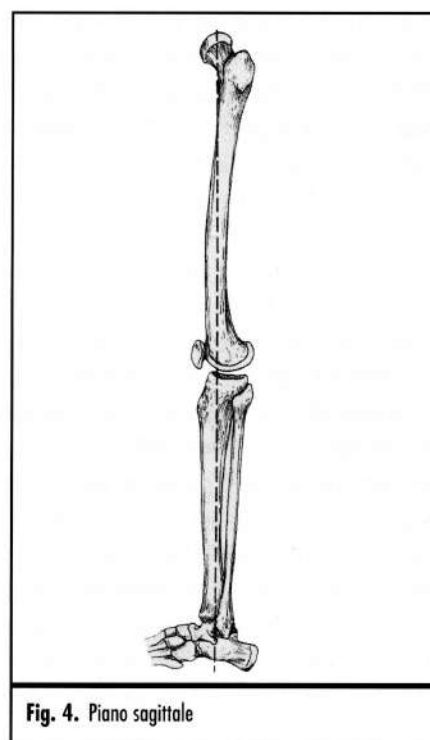
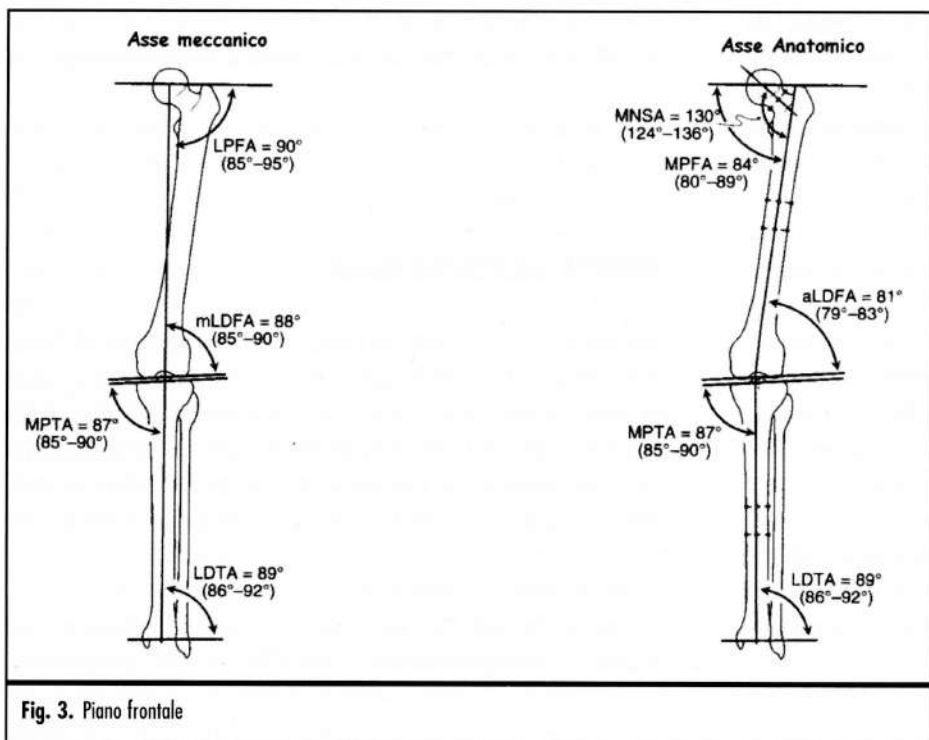
Sul piano sagittale la tolleranza di un disallineamento è relativamente più ampia. Bisogna tuttavia tener conto della fisiologica curvatura ad ampio raggio in procurvato della diafisi del femore e che nel ginocchio, sia a livello femorale che tibiale l'intersezione degli assi anatomici con gli assi articolari, a differenza di quanto si osserva sul piano frontale, non avviene in un punto centrale ma in una zona nettamente più anteriore.

Aspetti biotrigonometrici

Una DA è caratterizzata da 4 parametri⁶:

- 1) il livello del vertice dell'angolazione o CORA (Center Of Rotation or Angulation);
- 2) il piano su cui giace l'angolazione;
- 3) la direzione dell'apice nel piano dell'angolazione;
- 4) l'ampiezza dell'angolazione.

Il CORA è identificato come il punto di intersezione delle linee d'asse prossimale e distale del segmento interessato. L'angolo supplementare a quello così ottenuto dà l'ampiezza dell'angolazione (Fig. 5).



Nella pianificazione delle osteotomie ci si deve attenere a due regole universali. La prima regola è che *se l'osteotomia viene eseguita esattamente a livello del CORA, la correzione angolare è da sola capace di riallineare gli assi prossimale e distale* (Fig. 6).

La seconda regola è che *se l'osteotomia viene eseguita ad un differente livello rispetto al CORA, la correzione angolare da sola conduce ad una traslazione reciproca fra segmento prossimale e distale, pertanto associando alla correzione angolare la traslazione si ottiene il pieno riallineamento fra segmento prossimale e distale* (Fig. 7).

Tali regole si addicono a tutte le varietà geometriche di osteotomia: sottrattive o di chiusura, di apertura, cilindriche o a cupola. In quest'ultimo caso perché sia rispettata la I regola di Paley il CORA deve coincidere con il centro di rotazione della curva osteotomica (Fig. 8).

La rettilineizzazione di un segmento angolato rispetto ad un altro comporta necessariamente un allungamento. Esso avviene lungo un arco di circonferenza e dipende dal coseno dell'angolo e dalla lunghezza del segmento angolato, secondo la formula seguente:

$$BD = AC \times \cos \vartheta$$

Dove BD è la lunghezza guadagnata, AC la lunghezza del segmento angolato e ϑ il valore dell'angolazione in gradi (Fig. 9).

Prendiamo in esame una tibia di 35 cm.

Se per esempio la deformità iniziasse 5 cm sotto il ginocchio avremmo il segmento AD di 30 cm.

Per calcolare il guadagno (BD) applicheremo la seguente formula:

$$BD = AD \times \cos \alpha \quad \text{se la deformità } \alpha = 30^\circ \Rightarrow \text{allora:}$$

$$BD = 30 \text{ cm} \times 0,866$$

$$BD = 26,02 \text{ cm}$$

Nel riallineare due segmenti angolati, quanto più ci si allontana dal vertice dell'angolazione (CORA) tanto minore sarà il guadagno in lunghezza.

La dimensione della base del cuneo osteotomico da asportare non deve essere calcolata empiricamente secondo la regola "un millimetro per ogni grado", valida solo per un'osteotomia tibiale alta di un soggetto adolescente con diametro tibiale di cm 6 o 7⁷. Per diametri inferiori (calcolabili preoperatoriamente mediante TAC o intraoperatoriamente) va applicata la seguente formula semplificata:

$$A = D \times 0,02 \times \varphi$$

dove A indica l'ampiezza della base del cuneo, D il diametro trasversale del segmento e φ l'angolo di correzione prescelto (Fig. 10).

Tale formula ha un margine di errore del 10% ed è applicabile per correzioni osteotomiche da 15° a 40°. Per angolazioni maggiori la procedura è più complessa perché il diametro va moltiplicato per la tangente dell'angolo, servendosi di una tabella tangenti.

Per il calcolo della lunghezza finale del segmento operato, al valore lineare ottenuto a seguito della correzione dell'angolazione si dovrà aggiungere (in caso di osteotomia di apertura) o sottrarre (in caso di osteotomia di chiusura) la metà dell'ampiezza del cuneo (A/2) (Fig. 11).

Nelle osteotomie femorali alte l'osteotomia di varizzazione comporta un accorciamento, le osteotomie di valgizzazione un allungamento. L'entità della lunghezza persa o guadagnata per effetto della variazione angolare è calcolabile secondo la formula:

$$\Delta A = L \times (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

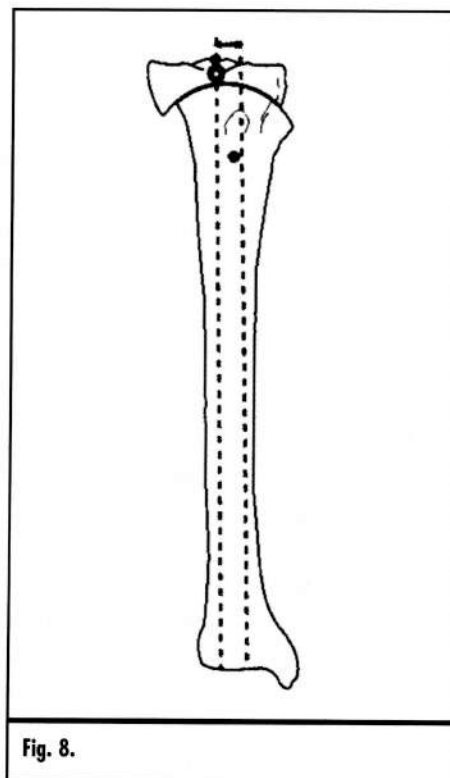
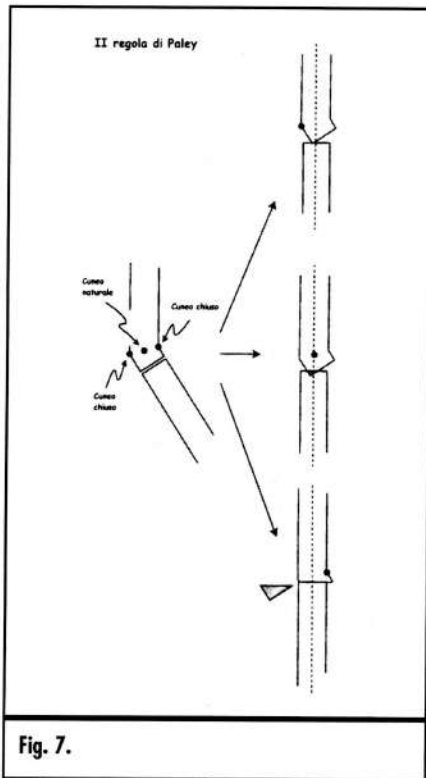
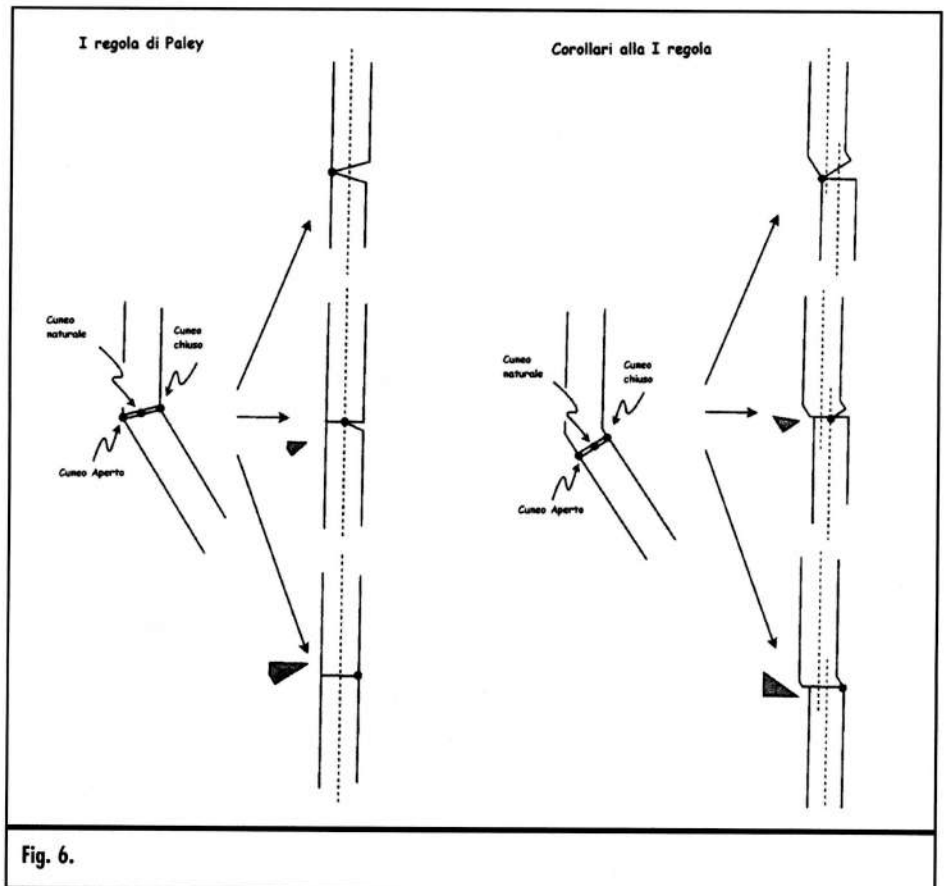
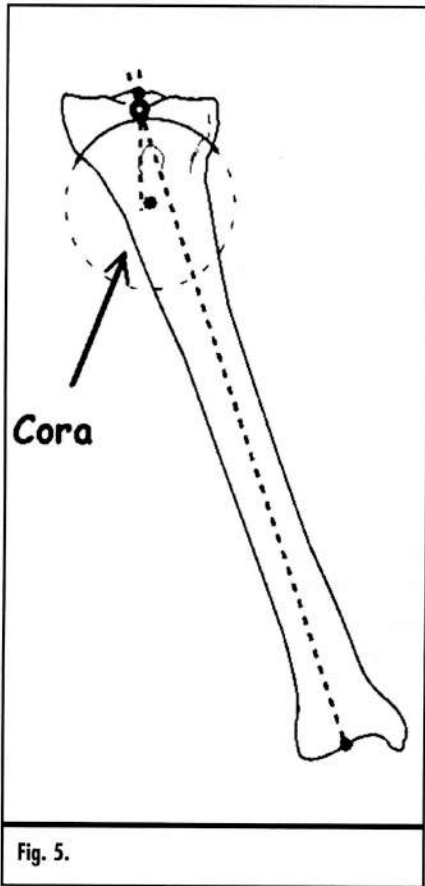
dove ΔA è la variazione di lunghezza, L è la distanza (fissa) fra la testa femorale e la sede osteotomica, α_1 indica l'angolo supplementare di varo/valgismo del collo del femore e α_2 l'angolo della correzione (Fig. 12).

La Tabella I fornisce i valori delle variazioni di lunghezza per colli femorali lunghi da 2 a 6 cm e con angolo di inclinazione da 90 a 160° (Fig. 13).

Al valore ottenuto dal calcolo trigonometrico si deve aggiungere o sottrarre A/2 del cuneo osteotomico di apertura o, rispettivamente, di chiusura. Questo passaggio di calcolo viene omesso nelle osteotomie pendolari, a cupola o cilindriche.

I principi biotrigonometrici sono validi sia che si adotti la tecnica di taglio osteotomico classico sia che si ricorra alla cosiddetta corticotomia.

La complessità spaziale della DA può richiedere una correzione su più piani. Se il livello del CORA coincide con la deformità di, ad esempio, due componenti su piani diversi, donando una particolare inclinazione al piano dell'osteotomia si può ottenere la correzione di entrambe le componenti e l'aggiunta anche di una terza componente rotatoria. Anche l'osteotomia cupoliforme consente una correzione multiplanare e rotatoria e sarebbe in teoria la più versatile. Nella pratica, tuttavia, questo tipo di taglio osteotomico è raramente utilizzato nei soggetti in



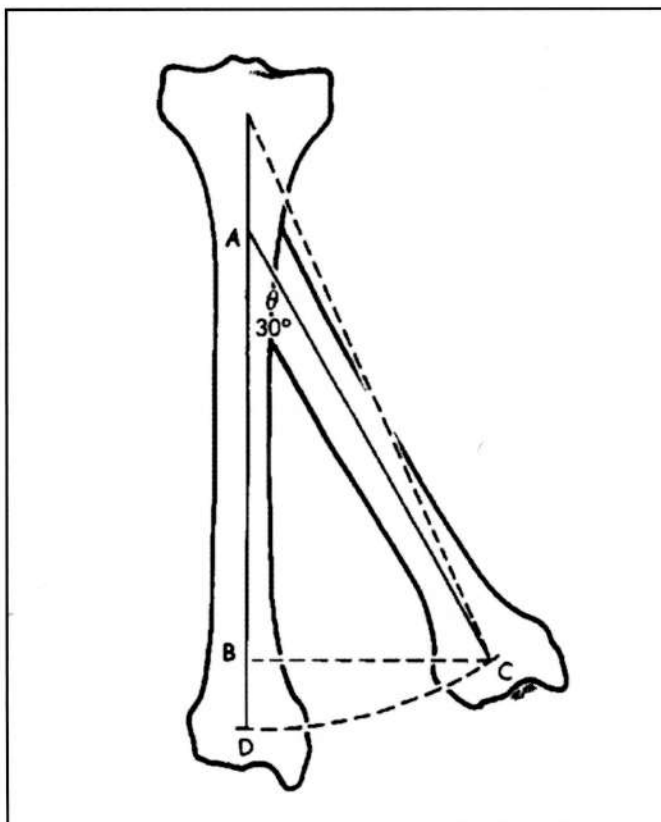


Fig. 9.

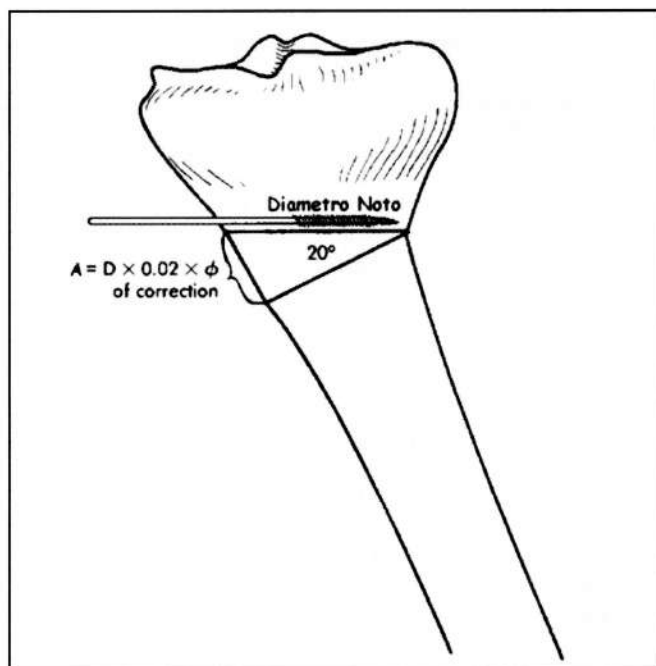


Fig. 10.

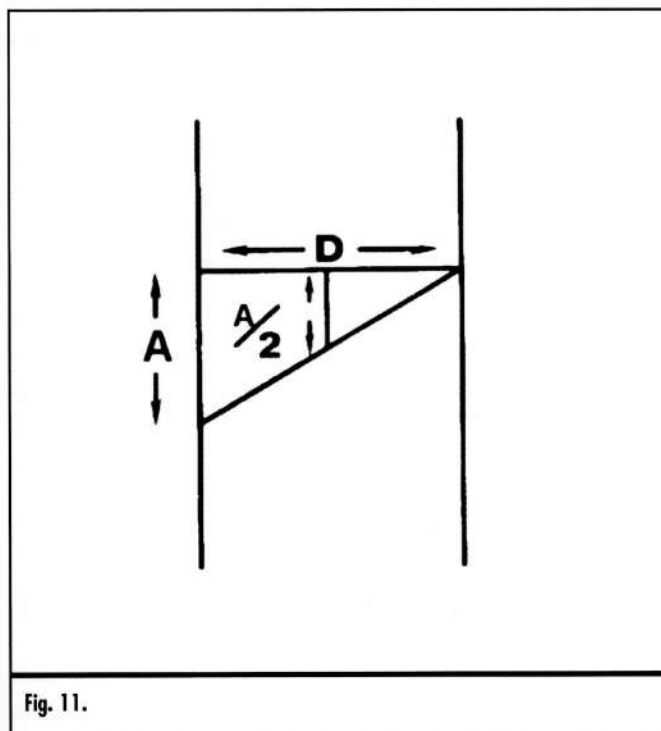


Fig. 11.

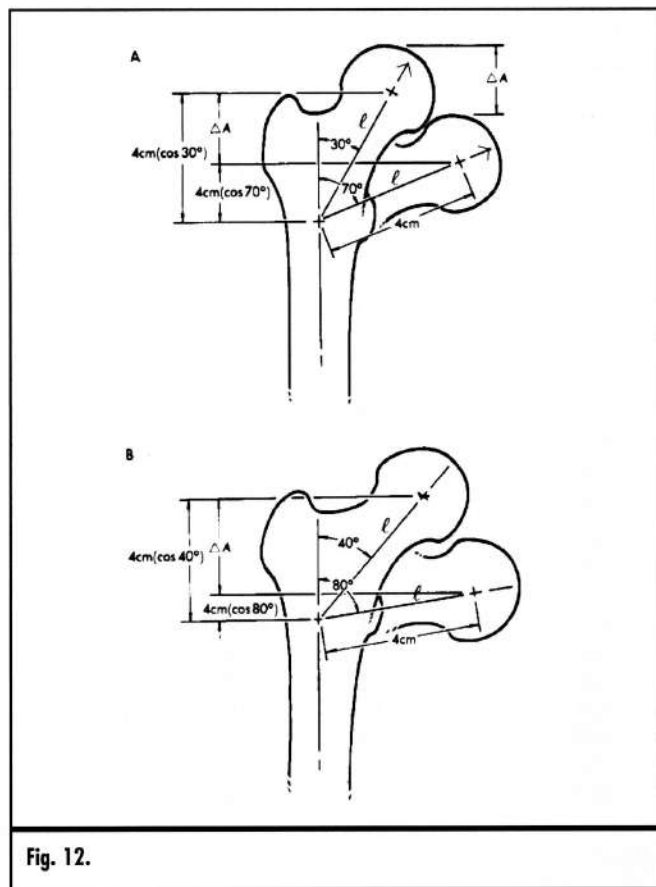


Fig. 12.

Deformità angolari degli arti inferiori in età evolutiva

Stima del cambio di lunghezza della gamba per una varietà di angolazioni									
L, angolo originale (in gradi)	Angolo desiderato (in gradi)								
	90	100	110	120	130	135	140	150	160
2 cm									
90	0	0.3	0.6	1.0	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9
100	-0.3	0	0.3	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5
110	-0.6	-0.3	0	0.3	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
120	-1.0	-0.7	-0.3	0	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9
130	-1.3	-0.9	-0.6	-0.3	0	0.1	0.2	0.4	0.6
135	-1.4	-1.1	-0.7	-0.4	-0.1	0	0.1	0.3	0.5
140	-1.5	-1.2	-0.9	-0.5	-0.2	-0.1	0	0.2	0.3
150	-1.7	-1.4	-1.0	-0.7	-0.4	-0.3	-0.2	0	0.1
160	-1.9	-1.5	-1.2	-0.9	-0.6	-0.5	-0.3	-0.1	0
3 cm									
90	0	0.5	1.0	1.5	1.9	2.1	2.3	2.6	2.8
100	-0.5	0	0.5	1.0	1.4	1.6	1.8	2.1	2.3
110	-1.0	-0.5	0	0.5	0.9	1.1	1.3	1.6	1.8
120	-1.5	-1.0	-0.5	0	0.4	0.6	0.8	1.1	1.3
130	-1.9	-1.4	-0.9	-0.4	0	0.2	0.4	0.7	0.9
135	-2.1	-1.6	-1.1	-0.6	-0.2	0	0.2	0.5	0.7
140	-2.3	-1.8	-1.3	-0.8	-0.4	-0.2	0	0.3	0.5
150	-2.6	-2.1	-1.6	-1.1	-0.7	-0.5	-0.3	0	0.2
160	-2.8	-2.3	-1.8	-1.3	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0
4 cm									
90	0	0.7	1.4	2.0	2.6	2.8	3.1	3.5	3.8
100	-0.7	0	0.7	1.3	1.9	2.1	2.4	2.8	3.1
110	-1.4	-0.7	0	0.6	1.2	1.5	1.7	2.1	2.4
120	-2.0	-1.3	-0.6	0	0.6	0.8	1.1	1.5	1.8
130	-2.6	-1.9	-1.2	-0.6	0	0.3	0.5	0.9	1.2
135	-2.8	-2.1	-1.5	-0.8	-0.3	0	0.2	0.6	0.9
140	-3.1	-2.4	-1.7	-1.1	-0.5	-0.2	0	0.4	0.7
150	-3.5	-2.8	-2.1	-1.5	-0.9	-0.6	-0.4	0	0.3
160	-3.8	-3.1	-2.4	-1.8	-1.2	-0.9	-0.7	-0.3	0
5 cm									
90	0	0.9	1.7	2.5	3.2	3.5	3.8	4.3	4.7
100	-0.9	0	0.8	1.6	2.3	2.7	3.0	3.5	3.8
110	-1.7	-0.8	0.8	1.5	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4
120	-2.5	-1.6	-0.8	0	0.7	1.0	1.3	1.8	2.2
130	-3.2	-2.3	-1.5	-0.7	0	0.3	0.6	1.1	1.5
135	-3.5	-2.7	-1.8	-1.0	-0.3	0	0.3	0.8	1.2
140	-3.8	-3.0	-2.2	-1.3	-0.6	-0.3	0	0.5	0.9
150	-4.3	-3.5	-2.6	-1.8	-1.1	-0.8	-0.5	0	0.4
160	-4.7	-3.8	-3.0	-2.2	-1.5	-1.2	-0.9	-0.4	0
6 cm									
90	0	1.0	2.1	3.0	3.9	4.2	4.6	5.2	5.6
100	-1.0	0	1.0	2.0	2.8	3.2	3.6	4.2	4.6
110	-2.1	-1.0	0	0.9	1.8	2.2	2.5	3.1	3.6
120	-3.0	-2.0	-0.9	0	0.9	1.2	1.6	2.2	2.6
130	-3.9	-2.8	-1.8	-0.9	0	0.4	0.7	1.3	1.8
135	-4.2	-3.2	-2.2	-1.2	-0.4	0	0.4	1.0	1.4
140	-4.6	-3.6	-2.5	-1.6	-0.7	-0.4	0	0.6	1.0
150	-5.2	-4.2	-3.1	-2.2	-1.3	-1.0	-0.6	0	0.4
160	-5.6	-4.6	-3.6	-2.6	-1.8	-1.4	-1.0	-0.4	0

Fig. 13.

accrescimento per l'elevato rischio di ledere la cartilagine coniugale e d'altronde una sede troppo vicina alla diafisi mal si presta a questo tipo di osteotomia che richiede un'ampia superficie di contatto osseo. Inoltre, allontanarsi dalla sede metafisaria o metaepifisaria significa, dover esagerare nella traslazione del segmento angolato, con la conseguenza che il riallineamento dell'asse avviene a spese dell'eumorfismo dell'intero segmento.

I mezzi di sintesi più idonei per un'osteotomia sono a nostro avviso:

- i fili di Kirschner;
- le viti, semplici o cannulate;
- placche e viti;
- i chiodi endomidollari, elastici o rigidi;
- i sistemi di fissazione esterna.

I fili di Kirshner sono i mezzi meno invasivi e quindi molto usati nell'età evolutiva.

Bisogna tenere conto, comunque, che essi non danno una stabilità se non accompagnati all'apparecchio gessato e al divieto di carico.

Le viti, templi o cannulate, soprattutto se a compressione sono particolarmente indicate nelle osteotomie metafisarie e possono anche consentire con alcune precauzioni il carico precoce.

Le placche avvitate sono usate soprattutto nelle regioni diafisarie o metafisarie e danno una buona stabilità con un carico relativamente precoce.

L'inchiodamento endomidollare elastico presenta i seguenti vantaggi:

- solo due cicatrici molto piccole;
- nessuna rigidità ossea;
- nessuna perdita di sangue;
- mobilità precoce;

e i seguenti svantaggi:

- piccolo rischio di necrosi vascolare;
- piccolo rischio di danni alla fisi;
- piccolo rischio di frattura;
- in qualche caso c'è bisogno di un gesso supplementare;
- non è possibile dare un carico precocemente;
- molta esposizione ai raggi X;
- irritazione cutanee e dolore al sito della porzione extraossea dei chiodi;
- difficoltà nell'uso di questa tecnica quando la frattura è molto scomposta o obliqua;
- necessità di una seconda anestesia per la rimozione del chiodo.

L'inchiodamento endomidollare rigido presenta seguenti vantaggi:

- grossa stabilità;
- facile e precoce mobilità;
- carico precoce;
- e i seguenti svantaggi:
- rischio di danni alla cartilagine d'accrescimento;
- rischio di danno vascolare;
- rischio di osteonecrosi anche quando viene usata una tecnica di introduzione molto laterale;
- calcificazioni e dolore all'apice del chiodo;
- necessità di un secondo intervento chirurgico per rimuovere il chiodo.

Quando si usa il fissatore esterno, circolare o assiale, la correzione può essere ottenuta in due modi:

1. correzione acuta intraoperatoria; in tal caso il fissatore ha la funzione di un mezzo di sintesi;
2. correzione graduale mediante callotasi; si sfruttano tutte le potenzialità della fissazione esterna per ottenere una correzione precisa, graduata nel tempo, eventualmente multiplanare e associata ad elongazione o resezione ossea.

LA CHIRURGIA DELLA CARTILAGINE DI ACCRESCIMENTO

La fisi o cartilagine di accrescimento è frequentemente implicata nella genesi delle DA. Il danno alla fisi può essere la conseguenza di un trauma (lesioni di III, IV e V tipo Salter-Harris e II tipo scomposte con frammento epifisario incuneato), di un'infezione, di una displasia focale, di un atto chirurgico, etc. In tutti i casi si verifica la sterilizzazione dello strato germinativo dei condrociti e la conseguente formazione di un ponte osseo metafiso-epifisario di epifisiodesi più o meno esteso, più o meno centrale. Più il ponte di epifisiodesi è decentrato ed esteso maggiore è l'effetto frenante la crescita, più marcata sarà la deviazione del segmento interessato.

La fisi è quindi una struttura vulnerabile capace di generare deformità nel soggetto in età evolutiva, la sua peculiarità di organo di crescita diventa un mezzo nelle mani del chirurgo che può sfruttare tale potenzialità per ottenere la correzione di una deformità già instaurata.

La chirurgia della cartilagine di crescita si propone di:

1. rimuovere il ponte di epifisiodesi mediante interventi mirati sul ponte osseo attraverso la deepifisiodesi;
2. bloccare temporaneamente o definitivamente la crescita di un compartimento fisario – mediale o laterale – attraverso l'emiepifisiodesi.
3. guidare la crescita del segmento osseo dirigendo for-

zatamente l'epifisi nella direzione voluta attraverso la distrazione epifisaria asimmetrica o emicondrodiatasi⁸.

Deepifisiodesi

Ha come scopo la rimozione della barra ossea trans-fisaria e la collocazione nella stessa sede di sostanze di interposizione⁹. Si tratta di un intervento complesso che richiede la mappatura dell'area di epifisiodesi e la computazione del rapporto di estensione di questa rispetto alla fisi. I ponti ossei possono essere più o meno periferici e richiedere approcci diversi per la rimozione. La via di aggressione più utilizzata è l'escavazione di un tunnel obliquo metafisario fino alla barra ossea che deve essere rimossa mediante mini-drill da dentista. Nei focolai di epifisiodesi periferici si interviene direttamente sulla lesione dopo averla accuratamente localizzata con l'aiuto dell'amplificatore di brillantezza. Anche il controllo delle pareti per accertarsi della completa messa allo scoperto della cartilagine fisaria sana deve avvenire con uno speculum angolato odontoiatrico. Come materiale di interposizione sono state usate le più svariate sostanze: tessuto grasso, cera da osso, cartilagine, silastic, metilmetacrilato. Il riempimento ha lo scopo di impedire la formazione di un ematoma organizzato nella cavità e la conseguente riossificazione.

Si tratta di un intervento complesso con una percentuale di risultati positivi inferiore al 70%. Risultati buoni si hanno se l'intervento è eseguito precocemente (prima che s'instauri la DA), se il planning è stato corretto, la tecnica di rimozione della barra ossea impeccabile e il materiale d'interposizione abbia funzionato. Ancora dibattuta è la dimensione della barra di fusione entro cui far rientrare l'indicazione. A nostro avviso l'intervento è indicato per barre del diametro fra 1 e 2 cm se centrali o paracentrali, oppure minori se periferiche. Per barre di dimensioni maggiori il rischio di recidiva è molto alto. Per aree inferiori a un centimetro in sede non periferica, se la deformità non si è ancora instaurata un breve periodo di attesa è giustificato nella speranza di un distacco spontaneo sotto la spinta dell'area di crescita circostante, altrimenti noi preferiamo intervenire con la distrazione epifisaria.

Emiepifisiodesi (temporanea e definitiva)

Il blocco temporaneo della cartilagine di crescita dal lato mediale o laterale risale a Blount¹⁰, come mezzo di correzione del varismo tibiale alto noto con l'eponimo dello stesso autore. La emiepifisiodesi temporanea secondo

Blount mediante cambre metalliche viene oggi utilizzata soltanto a livello del ginocchio, specialmente per il trattamento del ginocchio valgo idiopatico della prima adolescenza. Il risultato terapeutico di un'epifisiodesi temporanea dipende, oltre che dalla corretta tecnica chirurgica, anche dal calcolo scrupoloso dell'età scheletrica, basilare per il timing operatorio. Inoltre i pazienti operati con questa tecnica devono essere regolarmente controllati al fine di predisporre la rimozione delle cambre al momento dovuto. L'epifisiodesi definitiva¹¹ per la correzione di DA è utilizzata per gradi di deformità non elevati in soggetti quasi a termine di crescita, quando cioè il rischio di errore di calcolo della crescita segmentale residua è molto basso. L'intervento si esegue con miniaccessi a cielo aperto e sotto guida ampliscopica, utilizzando strumenti motorizzati per rimuovere e/o distruggere lo strato di cartilagine fertile dal lato in sovraccrescimento. Per la previsione della crescita residua del segmento da operare ci si avvale delle curve e tabelle di Green Anderson¹² del metodo di Moseley¹³. Il valore predittivo di queste tabelle purtroppo si riduce allorché si debbano applicare a soggetti appartenenti a fenotipi geografici molto diversi da quelli utilizzati negli studi degli autori.

Distrazione epifisaria

Utilizzata per la prima volta dall'inglese Ring nel 1958¹⁴, il metodo fu sperimentato e poi largamente applicato nella ex Unione Sovietica asiatica già dagli anni '60 da autori che pubblicarono i risultati dei loro lavori su riviste in lingua russa^{15 16}. La metodica fu introdotta in Europa occidentale da Monticelli e Spinelli^{17 18} all'inizio degli anni '80 dopo una vasta sperimentazione. La distrazione epifisaria si può eseguire con un fissatore circolare, secondo la procedura originale di Ilizarov o di Monticelli oppure con un fissatore monoassiale, secondo la tecnica di De Bastiani e Aldegheri¹⁹ che introdussero il termine di condrodiatasi per indicare la tecnica di allungamento simmetrico del segmento osseo distraendo gradualmente l'epifisi dalla metafisi. Successivamente Autori della stessa scuola sfruttando lo stesso principio eseguirono la distrazione in maniera asimmetrica o monocompartimentale al fine di correggere una DA, realizzando in tal modo la emicondrodiatasi²⁰⁻²³.

La differenza fondamentale fra sistema circolare e monoassiale è che in quest'ultimo le viti devono giacere sul o essere parallele al piano della deformità. Quale che sia il sistema di distrazione, il distacco epifisario può essere procurato acutamente in corso di intervento o,

come noi preferiamo, in corso di distrazione graduale nel postoperatorio, in genere in 4a-5a giornata, preparandosi a far fronte alla transitoria crisi dolorosa che accompagna e segnala l'evento distacco. La distrazione prosegue per tutto il tempo necessario alla correzione della deviazione angolare e all'eventuale equalizzazione della lunghezza.

La distrazione epifisaria, trova indicazione elettiva nel morbo di Blount²⁴, sia nella forma infantile che dell'adolescente. Essa consente di rompere il legame esistente nei tessuti molli pericondrali fra epifisi e metafisi. Si tratta di un vincolo molto resistente la cui natura istopatologica è ancora poco studiata e che noi abbiamo chiamato genericamente "legame displasico".

La rottura di questo vincolo con la distrazione epifisaria prima della comparsa del ponte osseo, oltre a correggere il difetto assiale (la correzione avviene esattamente all'altezza del vertice della deformità) conduce alla guarigione della malattia, mettendo al riparo dalla recidiva, evento questo che si verifica praticamente sempre nel Blount infantile quando si agisce chirurgicamente a livello della metafisi.

Quando è comparso il ponte osseo il rischio della recidiva è alto, ma difficilmente ricompare la D.A. perché la cartilagine di accrescimento si ossifica.

La distrazione epifisaria è indicata anche nelle DA secondarie a epifisiodesi post-traumatica e post-infettiva, nelle DA condrodisplastiche associate o meno a bassa statura o eterometria (Fig. 14).

PRINCIPI DI INDICAZIONE AL TRATTAMENTO CHIRURGICO

Non esistono attualmente delle linee guida di indicazione alle osteotomie

I criteri positivi di indicazione al trattamento chirurgico diffusamente condivisi sono:

1. la progressività;
2. un valore angolare francamente eccedente la norma in rapporto all'età;

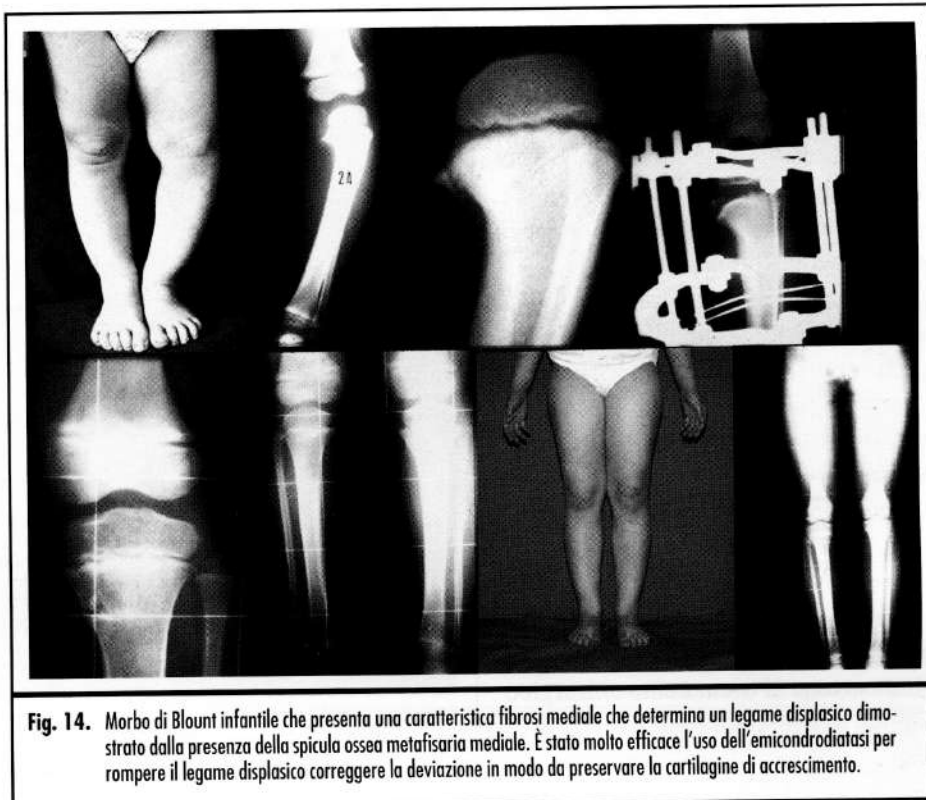


Fig. 14. Morbo di Blount infantile che presenta una caratteristica fibrosi mediale che determina un legame displasico dimostrato dalla presenza della spicula ossea metafisaria mediale. È stato molto efficace l'uso dell'emicondrodiatasi per rompere il legame displasico correggere la deviazione in modo da preservare la cartilagine di accrescimento.

3. l'obliquità della rima articolare tibio-femorale o tibio-tarsica;
4. presenza di dolore;
5. presenza di lassità articolare.

Si tratta di criteri netti, scarsamente inficiati dalla soggettività dell'esaminatore, con l'eccezione del punto 2, poi-



Fig. 15. Coxa vara trattata con osteotomia di valgizzazione lineare di apertura e con osteosintesi con placca modellata. Risultati soddisfacenti.

ché termini come “valore francamente eccedente” o “angolazione significativa” restano imprecisi. Anche se alcuni autori hanno estrapolato delle regole dai loro studi retrospettivi, esse sono comunque relativizzate dal fattore età a cui deve sempre essere rapportato il valore angolare abnorme.

Anche i criteri di scelta tra i vari tipi di osteotomia (di sottrazione, di apertura, a cupola) restano indefiniti. Per quanto riguarda la scelta dell'epoca migliore per eseguire una correzione chirurgica di una DA, mentre la tendenza generale è di attendere la stabilizzazione della deformità scarsamente evolutive, in alcune forme molto evolutive come la coxa vara congenita, il morbo di Blount infantile etc., l'indicazione al trattamento chirurgico si pone in età molto precoce.

Nella coxa vara l'osteotomia di valgizzazione deve mirare a ripristinare l'angolo di valgismo fisiologico in modo che il vettore della forza di carico risulti coassiale al collo e si riduca la forza di taglio responsabile della frattura da durata (Fig. 15).

Nella deformità del femore da displasia fibrosa l'osteotomia-resezione comporta purtroppo un sacrificio in lunghezza del femore. È bene quindi che l'intervento sia eseguito precocemente prima dell'instaurarsi dei gravi incurvamenti (femore a *manico di pastorale*). L'osteosintesi rigida dell'osteotomia mediante il chiodo endomidollare consente al paziente di raggiungere la maturità scheletrica, epoca in cui il processo fibro-displasico si attenua, al riparo da recidive (Fig. 16).

Nelle forme gravi di osteogenesi imperfetta si osservano marcatissime deformazioni dei femori con doppia curvatura su piani diversi. È evidente che in queste deformità è impossibile una pianificazione chirurgica basata rigidi calcoli geometrici, non essendo in pratica identificabili i vari centri di rotazione degli incurvamenti. La tecnica empirica *cut out* è molto più pratica. Nel Lobstein gli obiettivi dell'intervento sono: correggere la deformità ed armare il segmento osseo con un chiodo endomidollare



Fig. 16. Displasia fibrosa in una bambina di 6 anni rivista 3 anni dopo che i genitori si rifiutarono di intervenire presenta una deformità a pastorale del femore. Osteotomia cuneiforme della metafisi e stabilizzazione con ESIN e due viti. Dopo 4 anni la paziente accusa dolori, gli vengono rimosse le viti e un chiodo elastico, successivamente gli viene inserito un chiodo bloccato RIN con conseguente scomparsa del dolore. Follow-up a 16 anni con riallineamento e 2,8 cm di accorciamento.



Fig. 17. Frattura in una ragazza di 17 anni con osteopetrosi trattata con una osteotomia multi-rotazionale e chiodo rigido bloccato RIN.

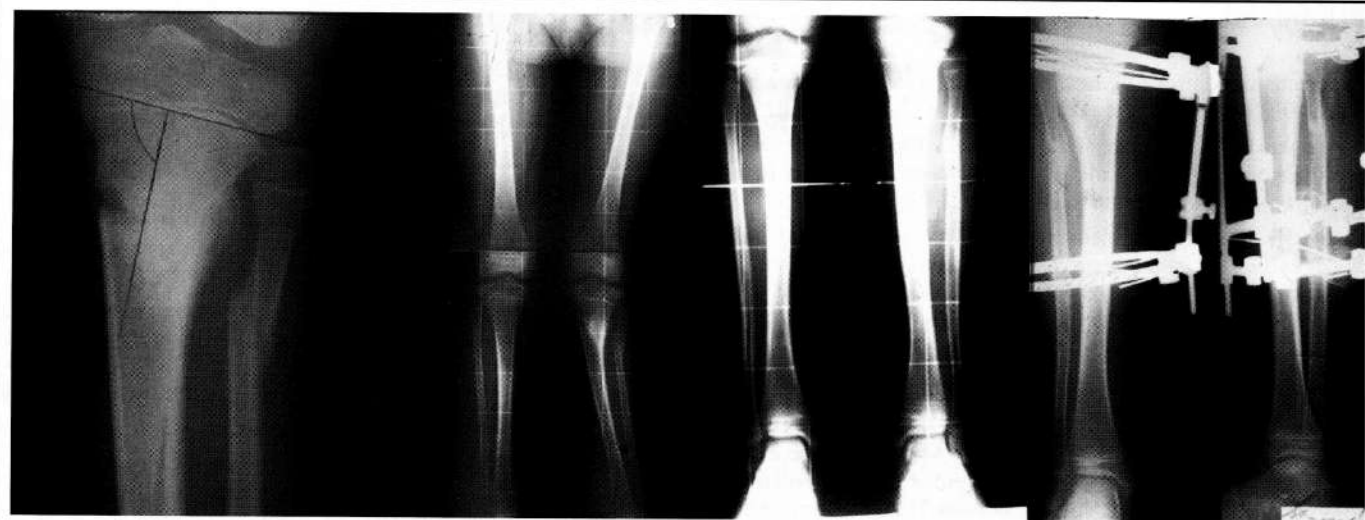


Fig. 18. Tibia valga post-traumatica trattata con osteotomia e fissazione esterna guarita con un'eterometria di 1,5 cm.

telescopico che segue, cioè, l'epifisi nel processo di allungamento fisiologico. Sono necessarie osteotomie multilivello in cui uno o più elementi diafisari intermedi tagliati in forma trapezoidale, vengono ruotati attorno al proprio asse per consentire una ricostruzione quanto più rettilinea possibile dell'intero segmento (Fig. 17).

Per quanto riguarda il ginocchio, se sulla radiografia in ortostasi la rima articolare è parallela al suolo la correzione sarà tibiale (Fig. 18), se c'è obliquità della rima, la correzione sarà femorale (Fig. 19).

CONCLUSIONI

I quadri clinici di DA degli arti inferiori in età evolutiva possono essere estremamente variabili per etiopatogenesi, sede, età, gravità, evolutività ed orientamento geometrico della deformità. Ognuno di questi fattori deve essere preso in esame dal chirurgo ortopedico al fine di decidere:

- il momento ideale per intervenire;
- la tecnica più idonea.

Quest'ultima deve essere sempre improntata alla massima stabilità e alla minima invasività. Sebbene le regole geometriche e biotrigonometriche abbiano un valore universale nel planning delle osteotomie, nell'emicondrodiatasi sono ammesse diverse "variazioni in corso d'opera" e ciò grazie alle possibilità di sfruttamento del processo attivo di crescita a livello della fisi.



Fig. 19. Frattura esposta IV tipo Salter-Harris guarita senza correggere lo spostamento con una deviazione angolare grave e progressiva e con un'eterometria di 3,5 cm. Correzione con fissatore esterno con due pinze parallele nella epifisi, rottura del ponte osseo e riallineamento dell'arto.

BIBLIOGRAFIA

- ¹ de Sanctis N, Marrone G. *Le deviazioni assiali degli arti inferiori*. RITOP Vol IX, fasc. 1, 1993
- ² Vallcanera CA, Sanguesa NC, Martinez FM, Cortina OH. *Varus deformity of the distal end of the femur secondary to a focal fibrous lesion*. *Pediatr Radiol* 1994;24:74-5.
- ³ Beaty JH, Barrett IR. *Unilateral angular deformity of the distal end of the femur secondary to a focal fibrous tether. A report of four cases*. *J Bone Joint Surg* 1989;71-A:440-5.
- ⁴ Basset GS. *Lower-extremity abnormalities in dwarfing conditions*. *AAOS Instr Course Lect* 1990;39:381-7.
- ⁵ Boyd HB. *Pathology and natural history of congenital pseudarthrosis of the tibia*. *Clin Orthop* 1982;166:5-13.
- ⁶ Paley D, Herzenberg JE, Tetsworth K, McKie J, Bhave A. *Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies*. *Orthop Clin North Am* 1994;25:425-65.
- ⁷ Canale ST, Beaty JH. *Operative Pediatric Orthopaedics*. S. Louis, USA: Mosby-Year Book.
- ⁸ Aldegheri R, Trivella G, Lavini F. *Epiphyseal distraction. Hemichondrodiatasis*. *Clin Orthop* 1989;241:128-36.
- ⁹ Langenskiold A. *Surgical treatment of partial closure of the growth plate*. *J Pediatr Orthop* 1981;1:3-11.
- ¹⁰ Blount WP, Clarke GR. *Control of bone growth by epiphyseal stapling. A preliminary report*. *J Bone Joint Surg* 1949.
- ¹¹ Peterson HA. *Partial growth arrest and its treatment*. *J Pediatr Orthop* 1984;4:246.
- ¹² Green WT, Anderson M. *Experiences with epiphyseal arrest in correcting discrepancies in length of the lower extremities in infantile paralysis: a method of predicting the effect*. 1947. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85-A:1161.
- ¹³ Moseley CF. *A straight line graph for leg length discrepancies*. *J Bone Joint Surg* 1977;59A:171.
- ¹⁴ Ring PA. *Experimental bone lengthening by epiphyseal distraction*. *Br J Surg* 1958;46:96-173.
- ¹⁵ Zazjialov PV, Plaksin JT. *Elongation of crural bones in children using a method of distraction epiphysiolysis*. *Vestn Khir (Russian)* 1967;103:67.
- ¹⁶ Ilizarov GA, Soybelman LM. *Some critical and experimental data concerning bloodless lengthening of the lower extremities*. *Eskp Khir Anesthiol (Russian)* 1969;4:27.
- ¹⁷ Monticelli G, Spinelli R. *Distraction epiphysiolysis as a method of limb lengthening. I. Experimental study*. *Clin Orthop* 1981;154:254-61.
- ¹⁸ Monticelli G, Spinelli R. *Distraction epiphysiolysis as a method of limb lengthening. III. Clinical applications*. *Clin Orthop* 1981;154:274-85.
- ¹⁹ De Bastiani G, Aldegheri R, Brivio LR, Trivella G. *Chondrodiatasis - controlled symmetrical distraction of the epiphyseal plate: Limb lengthening in children*. *J Bone Joint Surg Br* 1968;4:550-66.
- ²⁰ Aldegheri R, Trivella G, Lavini F. *Epiphyseal distraction. Hemichondrodiatasis*. *Clin Orthop* 1989;241:128-36.
- ²¹ Aldegheri R, Trivella G, Lavini F. *Epiphyseal distraction. Chondrodiatasis*. *Clin Orthop* 1989;241:117-27.
- ²² Canadell J, de Pablos J. *Correction of angular deformities by physeal distraction*. *Clin Orthop* 1992;283:98-105.
- ²³ Canadell J, de Pablos J. *Breaking bony bridges by physeal distraction. A new approach*. *Int Orthop* 1985;9:223-9.
- ²⁴ de Sanctis N, Della Corte S, Pempinello C, Di Gennaro G, Gambardella A. *Infantile type of Blount's disease: considerations concerning etiopathogenesis and treatment*. *J Pediatr Orthop B* 1995;4:200-3.