L'INDICE GLOBALE DELLA CURVA (IGC): LA MIA PROPOSTA PER UNA NUOVA VALUTAZIONE DELLA SCOLIOSI IDIOPATICA

Analisi critica delle metodiche tradizionali e introduzione di un nuovo parametro per una valutazione più completa della deformità scoliotica

di Luigi Catani (MD), già Primario Ortopedico Ospedale A. Cardarelli di Napoli, Dirigente U.O.C di Chirurgia Vertebrale

Nel corso della mia cinquantennale attività professionale, dedicata allo studio e al trattamento delle deformità vertebrali, ho avuto modo di osservare come la valutazione della gravità di una scoliosi rappresenti uno degli aspetti più importanti, ma al tempo stesso più complessi dell'inquadramento clinico del paziente. I metodi tradizionalmente utilizzati per orientare le scelte terapeutiche e monitorare l'evoluzione della deformità possono essere così identificati:

- misurazione della curva radiografica, mediante RX sul piano frontale in ortostatismo e mediante side bending test, secondo il sistema di **Cobb;**
- misurazione della curva mediante radiografia sul Piano di Elezione, ricercato mediante scopia;
- studio mediante Tomografia Computerizzata (TC);
- studio mediante Risonanza Magnetica Nucleare (RMN);
- valutazione clinica della rotazione vertebrale mediante gibbometria.

Probabilmente il sistema più accurato per rappresentare la reale deformità tridimensionale sarebbe la radiografia sul Piano di Elezione. Tuttavia, l'utilizzo routinario di tale metodica comporterebbe un'esposizione radiologica non giustificabile per il follow-up ordinario dei pazienti scoliotici. **Pierre Stagnara** suggeriva di ottenere questa proiezione orientando il raggio radiografico a 90° rispetto al piano laterale della gibbosità. (Fig.1)

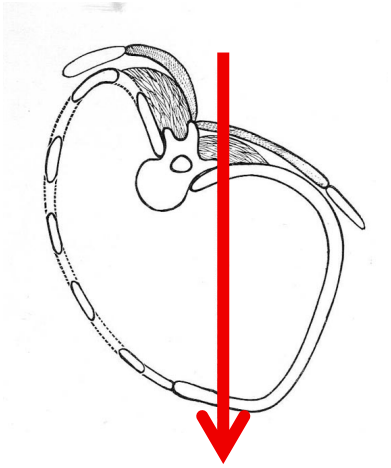


Fig. 1 *Proiezione radiografica per la valutazione della gibbosità*

Pur riconoscendo il valore storico e scientifico di tale approccio, nella mia esperienza clinica esso presenta inevitabili limiti pratici legati alla complessità della deformazione tridimensionale delle vertebre e alla loro alterazione morfologica.

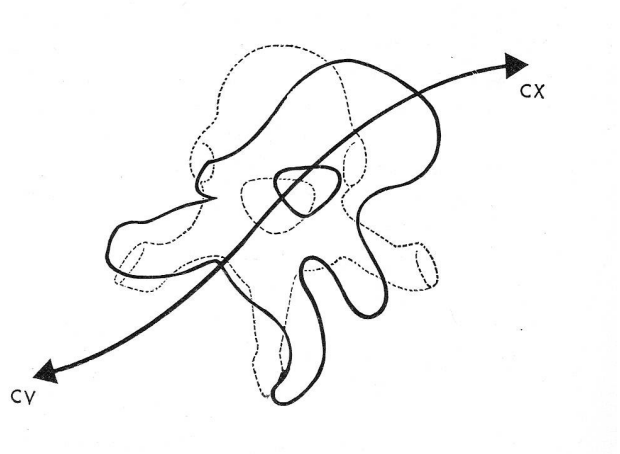


Fig. 2 *Rappresentazione della deformazione tridimensionale e alterazione morfologica delle vertebre (Gonon 1979)*

La stessa RMN, pur non essendo a base di radiazioni ionizzanti, non può essere considerata come esame di routine.

I LIMITI DELL'ANGOLO DI COBB E LA NECESSITÀ DI UNA NUOVA VALUTAZIONE TRIDIMENSIONALE DELLA SCOLIOSI: LA MIA ESPERIENZA

Per molti decenni la valutazione prognostica e terapeutica della scoliosi si è fondata prevalentemente sugli studi di **Pierre Stagnara**, che individuava nell'angolo di Cobb il parametro fondamentale per quantificare la gravità della deformità e orientare le indicazioni terapeutiche.

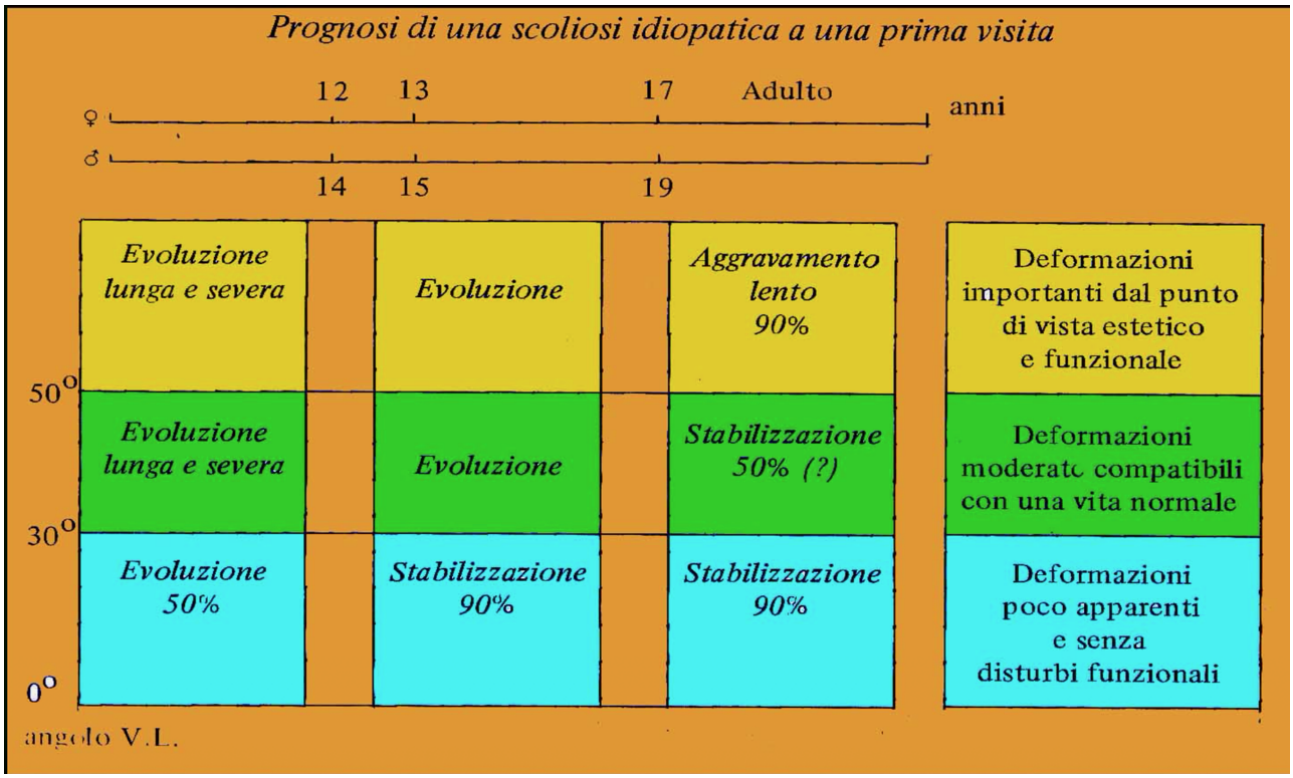
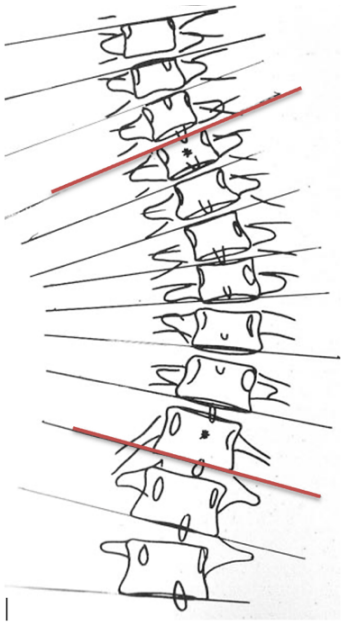


Fig. 3 *Schema di orientamento prognostico per la scoliosi idiopatica alla prima visita secondo Stagnara*

Questo approccio si basa sulla misurazione radiografica eseguita nel **piano coronale**, il piano anatomico che divide il corpo in una porzione anteriore e una posteriore. In questa proiezione viene evidenziata la deviazione laterale della colonna vertebrale e misurato l'angolo di Cobb, che ancora oggi rappresenta il parametro di riferimento più utilizzato nella pratica clinica.



Tale metodo si basa sulla misurazione dell'angolo che formano:

- il piatto superiore della vertebra limite superiore della curva (la vertebra più inclinata rispetto l'orizzontale;
- il piatto inferiore della vertebra limite inferiore della curva (la vertebra più inclinata rispetto l'orizzontale)

L'introduzione di questo metodo ha costituito una pietra miliare nella moderna vertebrologia, poiché ha permesso di definire criteri diagnostici, prognostici e terapeutici oggettivi, riproducibili e universalmente condivisi. È indubbio che l'angolo di Cobb abbia rappresentato e continui a rappresentare uno strumento fondamentale nella valutazione della scoliosi. Tuttavia, il progressivo approfondimento delle conoscenze sulla biomeccanica della deformità vertebrale ha evidenziato come una valutazione limitata al solo piano coronale descriva soltanto una parte della complessa realtà anatomica della scoliosi.

La scoliosi idiopatica, infatti, non è una deformità bidimensionale, ma una **deformità tridimensionale**, nella quale la deviazione laterale della colonna rappresenta soltanto una delle sue componenti. A questa si associano la rotazione e la torsione vertebrale, le alterazioni dell'equilibrio del tronco, le modificazioni della morfologia toracica e i conseguenti adattamenti biomeccanici dell'intero rachide. Tutti questi elementi sono strettamente interdipendenti e concorrono a determinare la reale gravità della deformità.



Fig. 4. *Rappresentazione qualitativa tridimensionale del rachide (Graf et al., 1983)*

L'esperienza clinica dimostra quotidianamente che due pazienti con un identico angolo di Cobb possono presentare quadri clinici profondamente diversi sotto il profilo estetico, funzionale e biomeccanico. In molti casi la differenza è determinata dalla diversa entità della rotazione e della torsione vertebrale, componenti essenziali della deformità che la sola misurazione dell'angolo di Cobb non è in grado di rappresentare in modo adeguato.

Questa constatazione mi ha portato a riconsiderare criticamente il significato attribuito all'angolo di Cobb nella valutazione complessiva della scoliosi. Pur rimanendo un parametro indispensabile, esso non può, a mio giudizio, esprimere da solo la complessità della deformità né rappresentarne fedelmente la gravità clinica.

Sono pertanto giunto alla convinzione che la **torsione vertebrale** non costituisca un elemento secondario o accessorio della scoliosi, ma uno dei principali determinanti della sua evoluzione e del suo impatto clinico. Per questo motivo ritengo che una valutazione realmente rappresentativa della deformità debba integrare la componente angolare con quella rotazionale, superando i limiti di un'analisi esclusivamente bidimensionale.

Da questa riflessione, maturata nel corso della mia esperienza clinica, chirurgica e scientifica, è nata l'esigenza di individuare un parametro capace di descrivere in modo più completo la deformità scoliotica, integrando gli aspetti angolari con quelli rotazionali e torsionali.

È questa l'origine dell'Indice Globale della Curva (IGC), che propongo come nuovo strumento di valutazione della scoliosi, con l'obiettivo di rappresentarne in modo più fedele la complessità tridimensionale e la reale gravità clinica.

L'EVOLUZIONE DEL PENSIERO CHIRURGICO: DA KING A LENKE E I LIMITI ANCORA IRRISOLTI NELLA VALUTAZIONE

Nel 1983 **King e collaboratori** pubblicarono una classificazione delle curve toraciche nella **scoliosi idiopatica dell'adolescente (AIS)**, individuando cinque differenti tipologie di deformità da considerare nella pianificazione dell'artrodesi vertebrale. Tale classificazione rappresentò un passaggio fondamentale nell'evoluzione del trattamento chirurgico, poiché dimostrò che curve apparentemente simili secondo la misurazione di Cobb potevano richiedere strategie chirurgiche differenti.

Lo studio di King, tuttavia, rimaneva sostanzialmente fondato sulla valutazione della deformità nel **piano coronale** ed era strettamente correlato alle possibilità correttive offerte dalla strumentazione di Harrington allora disponibile. Le curve toracolombari e molte deformità più complesse non trovavano una rappresentazione adeguata e la componente rotazionale della scoliosi non assumeva ancora un ruolo determinante nella classificazione.

Pur con questi limiti, la classificazione di King ha avuto il grande merito di evidenziare che la sola misurazione dell'angolo di Cobb non era sufficiente a descrivere la complessità della deformità scoliotica e che la pianificazione chirurgica richiedeva una valutazione più articolata.

Un ulteriore e decisivo progresso si è avuto nel 2001, quando **Lenke e collaboratori** proposero una nuova classificazione della scoliosi idiopatica dell'adolescente. Il sistema di Lenke introdusse sei differenti tipi di curve, associati a modificatori lombari e sagittali, ampliando significativamente i criteri di valutazione rispetto alla classificazione di King.

Con Lenke la deformità non viene più analizzata esclusivamente nel **piano coronale**, ma viene integrata anche la valutazione del **piano sagittale**. Inoltre, le curve strutturali vengono identificate in base al loro comportamento nei **bending test**, superando una classificazione fondata unicamente sull'entità dell'angolo di Cobb.

A giudizio universale, il contributo di Lenke ha rappresentato uno dei più importanti avanzamenti nella moderna chirurgia della scoliosi, poiché riconosce la necessità di una lettura più completa della deformità vertebrale. Tuttavia, anche questo sistema classificativo non riesce a risolvere completamente il problema della valutazione tridimensionale.

La componente **rotazionale e torsionale**, che costituisce uno degli aspetti più caratterizzanti della scoliosi, continua infatti a non disporre di un parametro quantitativo semplice, riproducibile e facilmente applicabile nella pratica clinica quotidiana.

Non è casuale che gli stessi Autori, nel lavoro originale pubblicato nel 2001, abbiano riconosciuto le difficoltà legate alla valutazione della deformità sul **piano assiale** mediante radiografie biplanari. In assenza di un metodo semplice, affidabile e universalmente accettato per quantificare la scoliosi nelle sue tre dimensioni, essi concludevano che le radiografie bidimensionali, nei piani coronale e sagittale, dovevano continuare a rappresentare il riferimento diagnostico standard.

Proprio questa ammissione, proveniente dagli stessi Autori della classificazione di Lenke, conferma come il problema della **misurazione tridimensionale della scoliosi** idiopatica sia ancora oggi sostanzialmente irrisolto. È da questa considerazione, maturata e consolidata nella mia esperienza clinica e chirurgica, che nasce la necessità di individuare un parametro capace di integrare la componente angolare con quella rotazionale, offrendo una rappresentazione più fedele della reale gravità della deformità: **l'Indice Globale della Curva (IGC)**.

LA NECESSITÀ DI UN INDICE CHE COMPRENDA LA TORSIONE

È proprio da queste considerazioni che nasce la mia proposta.

A mio giudizio, l'angolo di Cobb rimane uno strumento indispensabile e non può essere trascurato. Tuttavia esso non può più essere considerato sufficiente, da solo, a descrivere la reale gravità della scoliosi.

La mia esperienza clinica, maturata attraverso oltre quarant'anni di attività e il follow-up di numerosi pazienti trattati sia conservativamente sia chirurgicamente, mi ha portato a ritenere che qualsiasi valutazione della scoliosi debba necessariamente includere la componente torsionale della deformità.

La torsione vertebrale rappresenta infatti l'elemento che più direttamente determina il gibbo costale, l'asimmetria del tronco e l'impatto estetico della scoliosi. È spesso il primo segno percepito dal paziente e dalla famiglia ed è frequentemente il parametro che meglio esprime la reale gravità clinica della deformità.

Per questo motivo ho ritenuto necessario individuare un indice semplice che non prescindesse dalla rotazione vertebrale e che consentisse di integrare il dato radiografico con il dato clinico.

L'INDICE GLOBALE DELLA CURVA (IGC)

Propongo pertanto il seguente indice: **IGC = Angolo di Cobb × Entità del gibbo (cm)**

L'**Indice Globale della Curva (IGC)** nasce dall'esigenza di integrare la tradizionale misurazione della deviazione laterale della colonna vertebrale con la valutazione della sua componente rotazionale, espressa clinicamente dall'entità del gibbo.

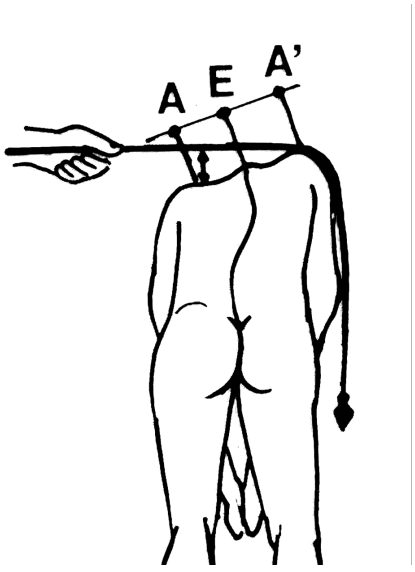


Fig. 5 *Gibbometria (Stagnara 1985)*

La finalità dell'IGC è quella di offrire un parametro semplice, riproducibile e di immediata applicazione clinica, capace di rappresentare in modo più completo la reale gravità della deformità scoliotica. Ritengo che questo indice possa costituire uno strumento utile sia per il monitoraggio dell'evoluzione della scoliosi nel tempo, sia per la valutazione dell'efficacia dei trattamenti conservativi e chirurgici.

L'IGC trova la sua applicazione più significativa nelle scoliosi toraciche e toraco-lombari, nelle quali la rotazione vertebrale si manifesta in modo evidente attraverso la deformazione della gabbia toracica e la presenza del gibbo costale, rendendo possibile una valutazione clinica diretta della componente torsionale.

Ritengo tuttavia che il metodo possa essere esteso anche alle scoliosi lombari. In questi casi, in assenza del gibbo costale, la componente rotazionale può essere valutata mediante la misurazione del dislivello delle masse paravertebrali, consentendo di seguire nel tempo l'evoluzione della deformità anche a livello lombare.

Questa impostazione permette di integrare, in un unico parametro, la componente angolare e quella rotazionale della scoliosi, con l'obiettivo di fornire una rappresentazione più fedele della sua complessità tridimensionale e della sua reale rilevanza clinica.

ESPERIENZA PERSONALE

LA VERIFICA CLINICA DELL'INDICE GLOBALE DELLA CURVA: OLTRE VENT'ANNI DI OSSERVAZIONE DELLA STESSA PAZIENTE

Per documentare concretamente le potenzialità dell'**Indice Globale della Curva (IGC)** desidero presentare un caso clinico che ho avuto l'opportunità di seguire personalmente per oltre vent'anni.

Si tratta di una paziente osservata fin dall'età adolescenziale, della quale ho potuto documentare l'intera evoluzione della deformità attraverso controlli clinici periodici, valutazioni radiografiche seriali e schede di osservazione ispirate alle *Fiches de Rachis* di Stagnara, utilizzata presso il "Centre des Massue" di Lione e da me adottata nel corso della mia attività professionale, iniziata con un lungo stage di studio presso il centro diretto da Pierre Stagnara nel 1974.

L'interesse di questo caso non risiede soltanto nelle caratteristiche della deformità, ma soprattutto nella continuità dell'osservazione clinica. Ho infatti seguito personalmente ogni fase del percorso diagnostico e terapeutico: dalla prima valutazione, effettuata all'età di quindici anni, al trattamento ortesico con corsetto lionese, fino alla progressione della scoliosi in età adulta, all'intervento chirurgico e al successivo follow-up a lungo termine.

Disporre di una documentazione clinica così estesa e omogenea, raccolta dallo stesso osservatore nell'arco di oltre due decenni, rappresenta un'opportunità particolarmente significativa. Essa consente di confrontare in modo diretto l'evoluzione dell'angolo di Cobb, della rotazione vertebrale e dell'Indice Globale della Curva, verificando come quest'ultimo sia in grado di descrivere con maggiore fedeltà l'effettiva evoluzione clinica della deformità.

Questo caso costituisce quindi non solo un esempio applicativo dell'IGC, ma anche una verifica clinica della sua capacità di integrare la componente angolare e quella rotazionale della scoliosi, offrendo una rappresentazione più completa della sua evoluzione nel tempo.

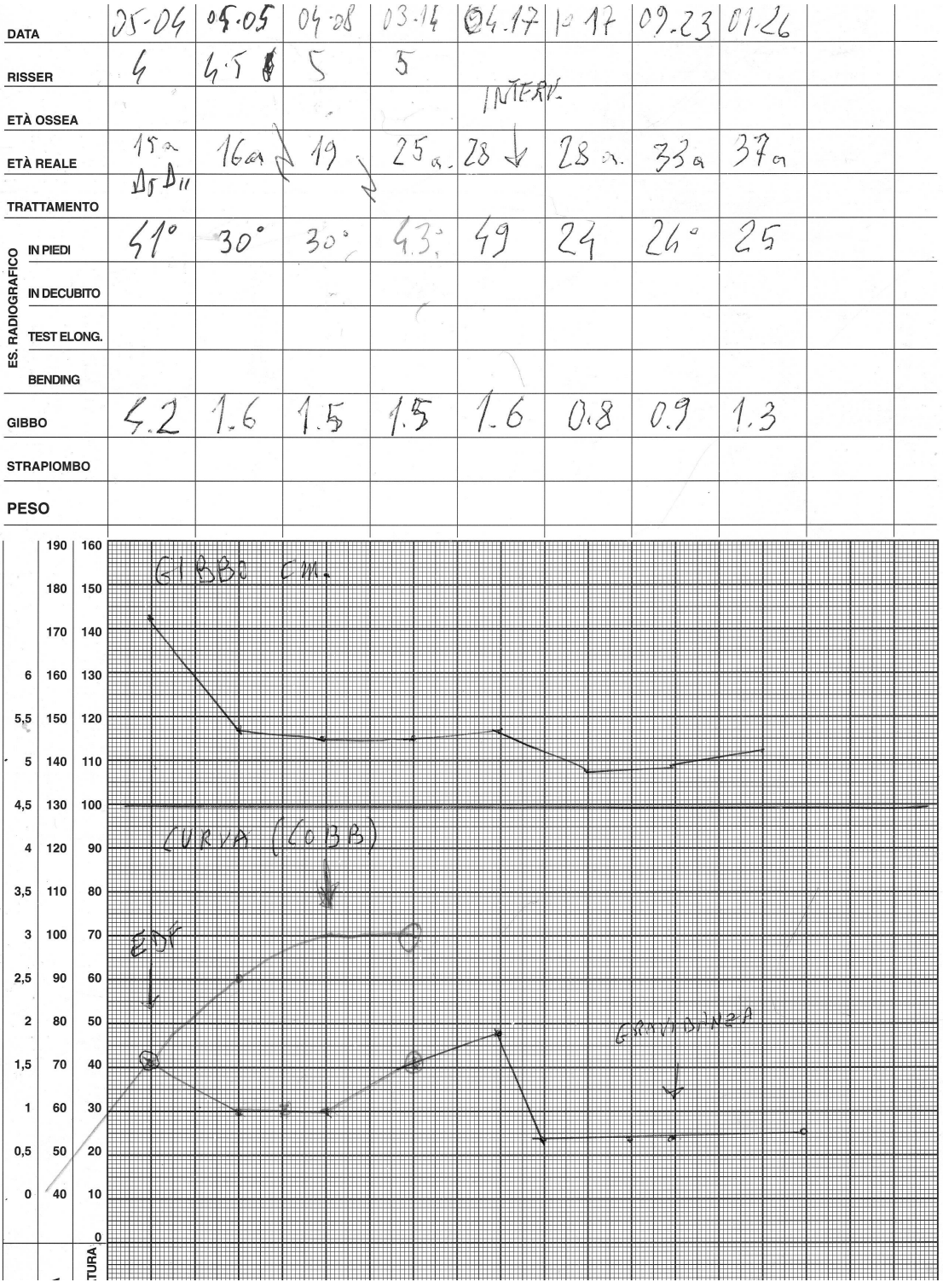


Fig. 6 *Scheda di Valutazione dell'evoluzione della scoliosi della paziente*

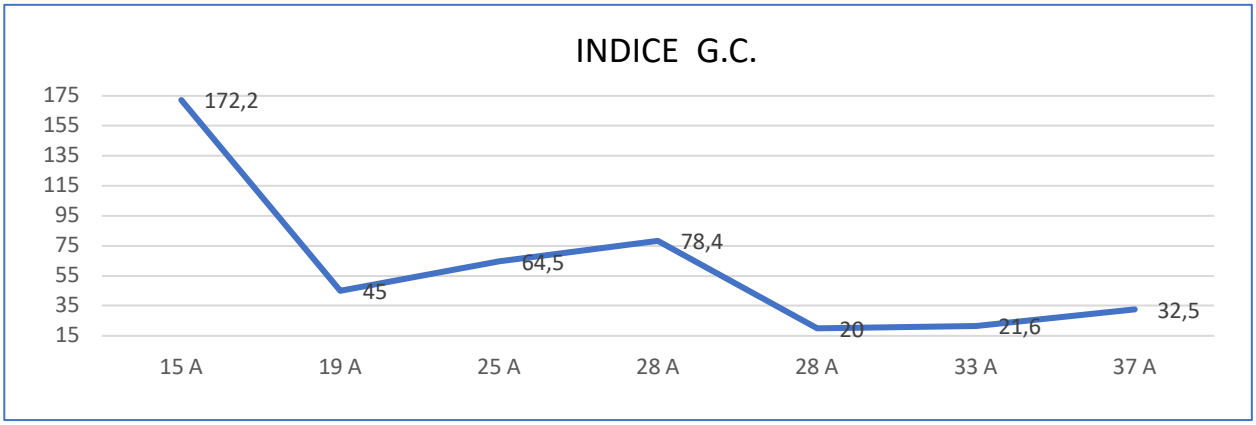
Dalla scheda si può ricavare questi dati:

- alla età di 15 anni: curva = 41°, gibbo 4,2 cm; (si riporta una previsione della possibile evoluzione della deformità non trattata, secondo cui il plafond della curva avrebbe raggiunto il limite di 70° Cobb)
- alla età di 19 anni (al termine del T.O. Lionese): curva = 30°, gibbo 1,5 cm
- alla età di 25 anni: curva = 43°, gibbo 1,5 cm
- alla età di 28 anni: (pre Intervento): curva 49°, gibbo 1,6 cm
- alla età di 28 anni: (dopo Intervento) curva = 24°; gibbo 0,8 cm
- alla età di 33 anni: curva 24°, gibbo 0,9 cm.
- alla età di 37 anni (gravidanza): curva 25°, gibbo 1,3 cm.

Se con tali dati ricostruiamo l'andamento della situazione clinica secondo lo IGC:

ANNI	IGC
15 a. (primo esame)	172,2
19 a. (termine trattamento Lionese	45
25 a. (aggravamento)	64,5
28 a. (pre intervento)	78,4
28 a. (dopo intervento)	19,2
33 a. (5 a. dopo intervento)	21,6
37 a. (gravidanza)	32,5

Che si può esprimere con un grafico di questo genere:



Un altro grafico può mettere a confronto i dati della curva sec. Cobb, l'entità del gibbo, e lo IGC:

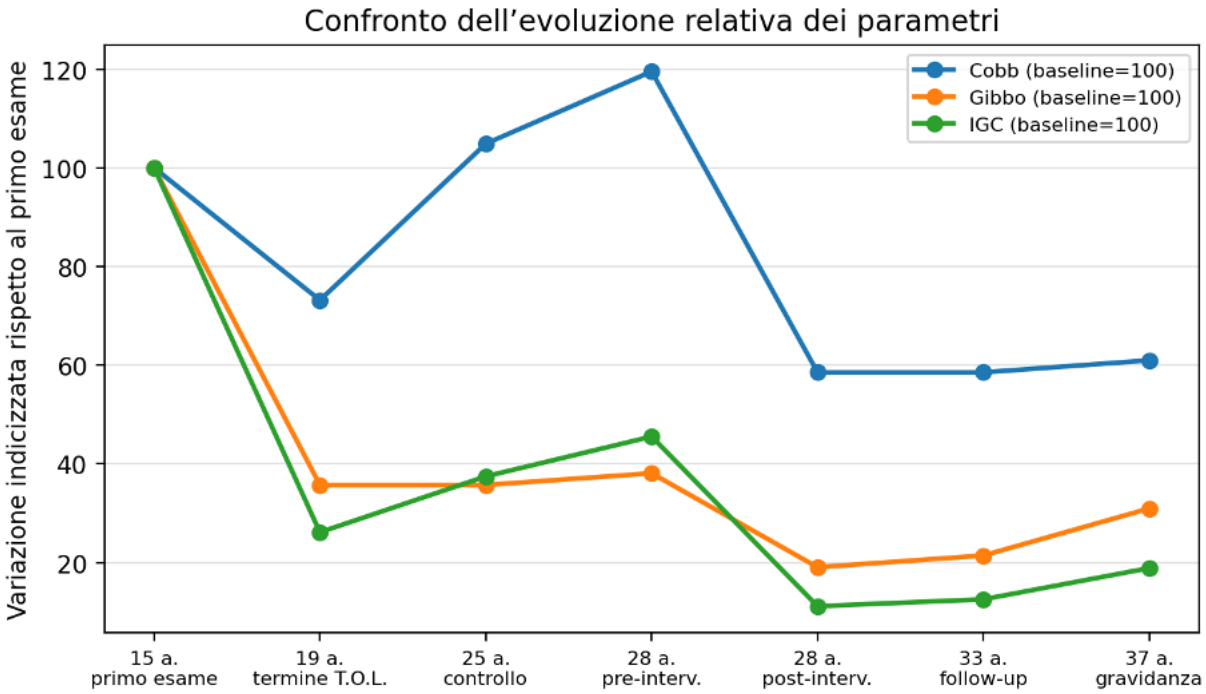
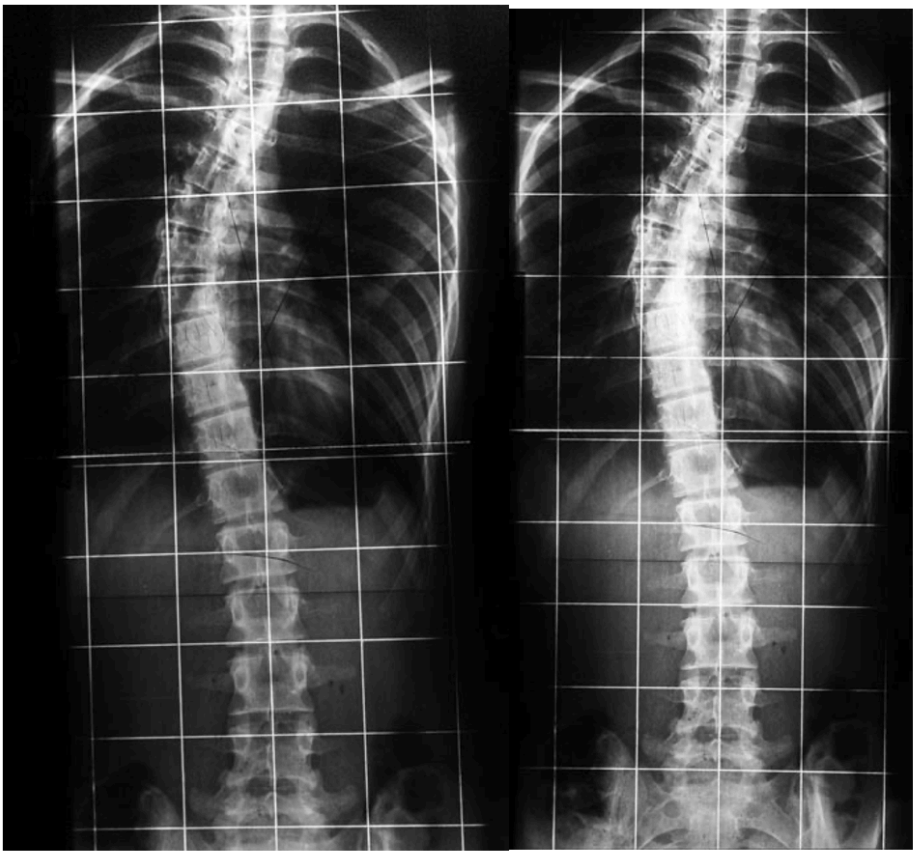


Fig. 7 *Valutazione dell'andamento clinico della deformità vertebrale*

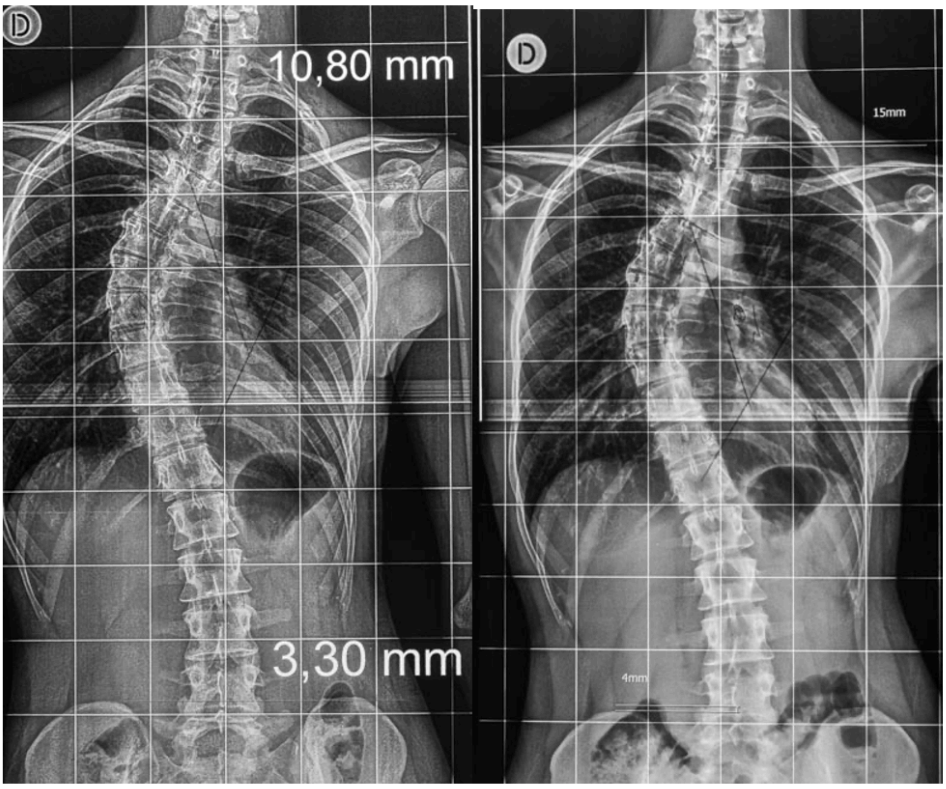
L'andamento delle curve in tale grafico dimostra la effettiva efficacia nella valutazione dell'andamento clinico della deformità, dal

- primo esame,
- trattamento conservativo,
- l'intervento dopo l'evoluzione della curva da adulta
- l'andamento dopo una gravidanza.

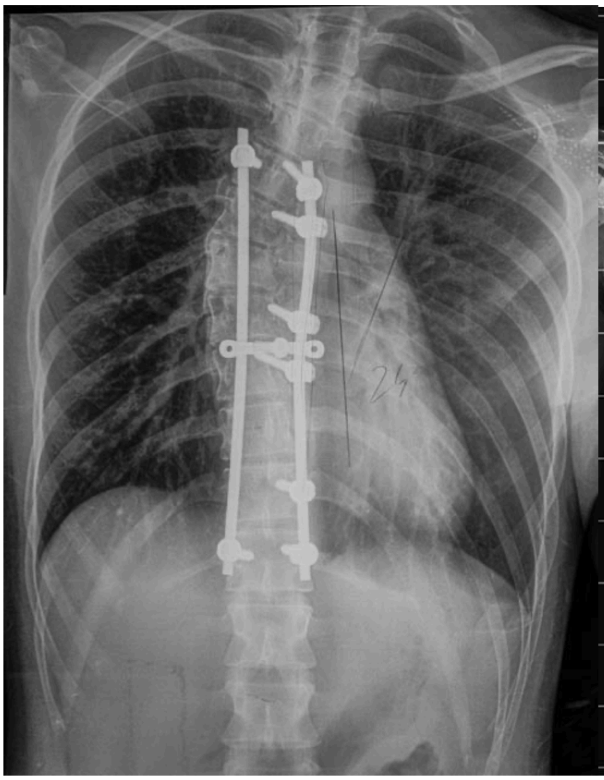
E' molto interessante il rilievo che si può osservare seguendo, mediante la gibbometria, l'andamento della torsione vertebrale. Questa, che alla prima osservazione era rappresentata da un gibbo di 4,2 cm, durante tutto il percorso temporale della deformità, si è mantenuta costante con un gibbo al di sotto dei 2,0 cm, nonostante le importanti variazioni della curva secondo Cobb.



15 a. 41° gibbo 4,2 (IGC : 172,2) > **T.O.L.** 19 a. 30° gibbo 1,5 (IGC : 45)



25 a. 43° gibbo 1,5 (IGC: 64,5). >28 a. 49° gibbo 1,6 (IGC: 78,4) > **INTERVENTO**



28 a. 24° gibbo 0,8 (IGC: 20) >



33 a. 24° gibbo 0,9. (IGC: 21,6)



37 a. (gravid.) 25° gibbo 1,3 (IGC: 32,5)

IGC :

15 a. 41°	172,2*
T.O.L.	
19 a. 30°	45*
25 a. 43°	64,5*
28 a. 49°	78,4*
INTERVENTO	
28 a. 24°	20*
33 a. 24°	21,6*
37 a. 25°	32,5*

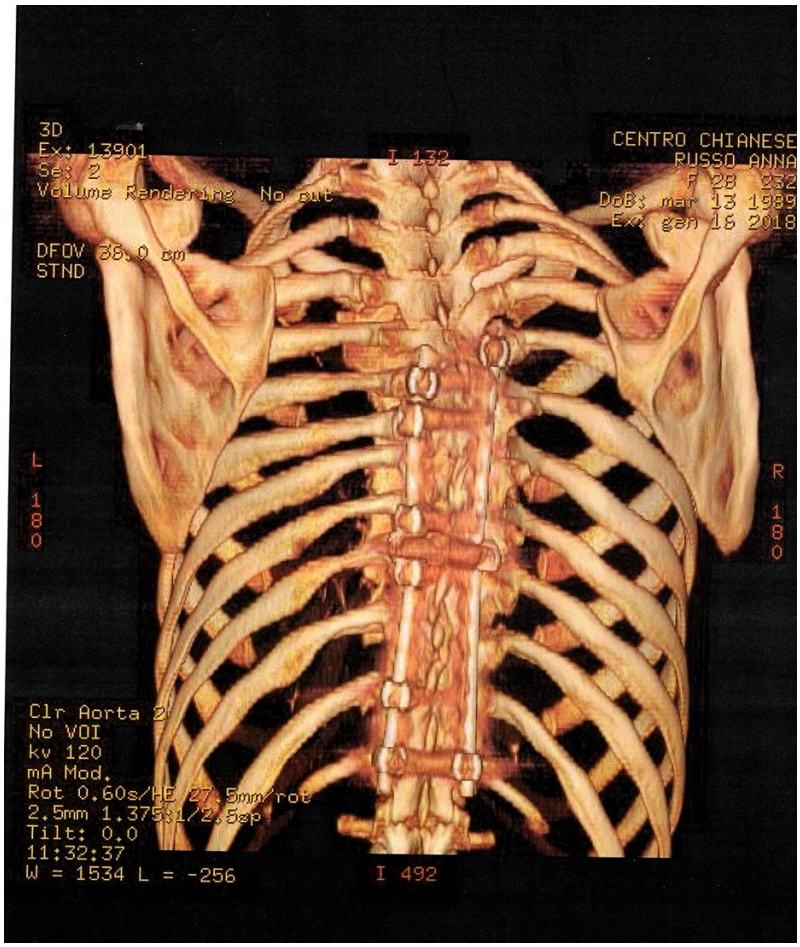


Fig. 8 *Visualizzazione della Artrodesi – Follow Up 19 Anni*

Si osservi la modesta curva cervicotoracica sin convessa che compensa la curva residua toracica con un buon riequilibrio delle spalle. - Shoulder Sign - (Kuklo T.R. 1976)

L'aspetto che ritengo più significativo di questa osservazione clinica è che, nonostante le rilevanti variazioni registrate nel tempo dell'angolo di Cobb, la componente torsionale della deformità, valutata mediante gibbometria, è rimasta sostanzialmente stabile.

Questa apparente discrepanza dimostra come la sola evoluzione dell'angolo di Cobb non sia sempre sufficiente a rappresentare fedelmente le modificazioni della deformità scoliotica. La scoliosi, quindi, non evolve esclusivamente sul piano coronale, ma coinvolge contemporaneamente la rotazione vertebrale, l'equilibrio del tronco e il profilo sagittale, aspetti che concorrono a definirne la reale espressione clinica.

Questa esperienza ha ulteriormente rafforzato la mia convinzione che la valutazione della scoliosi debba fondarsi su un'analisi integrata delle sue diverse componenti: la deviazione laterale della colonna, il comportamento delle curve sagittali e, soprattutto, la deformazione rotazionale espressa clinicamente dalla torsione vertebrale.

L'**Indice Globale della Curva (IGC)** nasce proprio da questa esigenza. Il suo obiettivo è integrare, in un parametro semplice, riproducibile e facilmente applicabile nella pratica clinica, la componente angolare e quella rotazionale della deformità, offrendo al clinico uno strumento aggiuntivo per interpretarne con maggiore accuratezza l'evoluzione naturale, monitorarne la progressione e valutarne i risultati terapeutici.

A mio giudizio, il principale valore dell'IGC non consiste nel sostituire i parametri tradizionali, ma nel completarli, contribuendo a una rappresentazione più fedele della complessità tridimensionale della scoliosi e della sua reale gravità clinica.

Bibliografia

Aaro S and Dahlborn M. *Estimation of vertebral rotation and the spinal and rib cage deformity in scoliosis by computer tomography*. Spine, 1981: 6: 460-7.

Andre B, Dansereau J and Labelle H. *Effect of radiographic landmark identification errors on the accuracy of three-dimensional reconstruction of the human spine*. Medical and Biological Engineering and Computing, 1992: 30: 569-75.

Asher MA and Cook LT. *The transverse plane evolution of the most cocmon adolescent idiopathic scoliosis deformities. A cross-sectional study of 181 patients*. Spine, 1995: 20: 1386-91.

Benson DR, Schultz AB and Dewald RL. *Roentgenographic evaluation of vertebral rotation*. Journal of Bone and Joint Surgery [Am], 1976: 58: 1125-9.

Birchall D, Hughes DG, Hindle J, Robinson L and Williamson JB. *Measurement of vertebral rotation in adolescent idiopathic scoliosis using three-dimensional magnetic resonance imaging*. Spine, 1997: 22: 2403-7.

Chen L, Armstrong CW and Raftopoulos DD. *An investigation on the accuracy of three-dimensional space reconstruction using the direct linear transformation technique*. Journal of Biomechanics, 1994: 27: 493-500.

Cobb JR. *Outline for the Study of Scoliosis*. In The american academy of othopaedic surgeons instructionnal course lectures: Edwards, J. W., 1948: 261-275.

Coetsier M, Vercauteren M and Moerman P. *A new radiographic method for measuring vertebral rotation in scoliosis*. Acta Orthopaedica Belgica, 1977: 43: 598-605.

Drerup B. *Principles of measurement of vertebral rotation from frontal projections of the pedicles*. Journal of Biomechanics, 1984: 17: 923-35.

Gocen S, Havitcioglu H and Alici E. *A new method to measure vertebral rotation from CT scans*. European Spine Journal, 1999: 8: 261-5.

Graf H, Hecquet J and Dubousset J. *Approche tridimensionnelle des deformations rachidiennes. Application à l'étude du pronostic des scolioses infantiles*. Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice del'Appareil Moteur, 1983: 69: 407-16.

Ho EK, Upadhyay SS, Chan FL, Hsu LC and Leong JC. *New methods of measuring vertebral rotation from computed tomographic scans. An intraobserver and interobserver study on girls with scoliosis*. Spine, 1993: 18: 1173-7.

Kuklo TR, Lenke LG, Graham EJ et al (2002) Correlation of radiographic, clinical, and patient assessment of shoulder balance following fusion versus nonfusion of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976) 27:2013-2020

Krismer M, Chen AM, Steinlechner M, Haid C, Lener M and Wicmer C. *Measurement of vertebral rotation: a comparison of two methods based on CT scans*. Journal of Spinal Disorders, 1999: 12: 126-30.

Lavaste F, Skalli W, Robin S, Roy-Camille R and Mazel C. *Three-dimensional geometrical and mechanical modelling of the lumbar spine*. Journal of Biomechanics, 1992: 25: 1153-64.

Nash CL and Moe JH. *A study of vertebral rotation*. Journal of Bone and Joint Surgery [Am], 1969: 51: 223-9.

Perdriolle R. *La scoliose: son étude tridimensionnelle*. Maloine. Paris, 1979:144.

Ponseti IV and Friedman B. *Prognosis in idiopathic scoliosis*. Journal of Bone and Joint Surgery, 1950: 32 A: 381-95.

Roaf R. *Rotation movements of the spine with special reference to scoliosis*. Journal of Bone and Joint Surgery [Am], 1958: 40: 312-332.

Stagnara P. *Les déformations du rachis*. Masson. Paris, 1985:408

Weiss HR. *Measurement of vertebral rotation: Perdriolle versus Raimondi*. European Spine Journal, 1995:4: 34-8.

White A.A., Panjabi M.M. *Clinical biomechanics of the spine. Practical Biomechanics of scoliosis* Lippincott 1978 91-112