

# Haltung, Tensegrity und extrazelluläre Matrix von der EZM auf die Körperhaltung

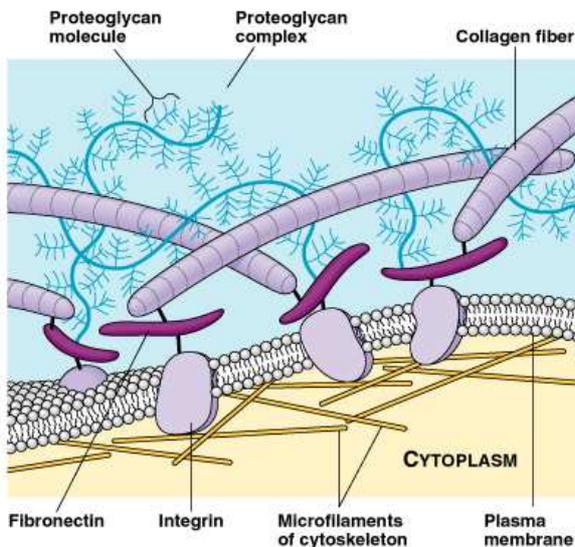
Die Körperhaltung gewinnt heutzutage auf den Fachgebieten *Physiatrie, Orthopädie, Zahnmedizin, Gnathologie, Augenheilkunde, Angiologie* usw. immer mehr an Wichtigkeit, auch dank der technologischen Innovationen und den Entdeckungen zum Thema EZM. Eine Frage der Haltung (sowie der Gesundheit im Allgemeinen) könnte sein: *Ist das Bindegewebe unser eigentlicher Deus ex machina?*

(aus dem Symposium DGFDT 2010 in Wien)

Giovanni Chetta

ExtraZelluläre Matrix (EZM).....	1
Bindegewebe .....	2
Bindegewebe-Faszie.....	3
Tensegrity und Körperhaltung.....	5
Schlussfolgerungen .....	8
Klinische Fälle.....	9
Klinischer Fall: Migräne .....	9
Klinischer Fall: Pubalgie.....	11
Klinischer Fall: Skoliose .....	13
Klinischer Fall: Lumbalgie.....	15
Literatur .....	17

## ExtraZelluläre Matrix (EZM)



©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

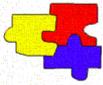
Zunächst ein paar Hinweise auf die **EZM** (ExtraZelluläre Matrix) zur besseren Verständigung der Rolle der Körperhaltung in unserer Gesundheit.

Die ExtraZelluläre Matrix besteht im allgemeinen aus einigen grösseren Biomolekülklassen:

- strukturellen Proteinen (Kollagenfaser und Elastin).
- spezialisierten Proteinen (Fibrillin, Fibronectin, Laminin usw.)
- Proteoglykane (Aggrecane, Syndekane) sowie Glycosaminoglycane (Hyaluronate, Chondroitinsulfate, Heparansulfate usw.)

Unter den strukturellen Proteinen, spielen die **Kollagenfasern**, die in der EZM am häufigsten vorkommen, nicht nur eine führende Rolle bei der

Bildung und der Erhaltung von Strukturen, die Spannungen aushalten können, sondern dank ihrer PG/GAG-Hülle (Proteoglykane / Glycosaminoglycane), besitzen sie Eigenschaften als Biosensoren und Bioleiter, und leiten und erzeugen dabei piezoelektrische Ladungen (Athenstaedt, 1969).



Zu betonen ist, dass die Zelle den biologischen Vorläufer des Kollagens, den ProtoKollagen mit einem erheblichen Energieaufwand dauernd erzeugt und lagert (ca. 70% des Gesamtwertes).

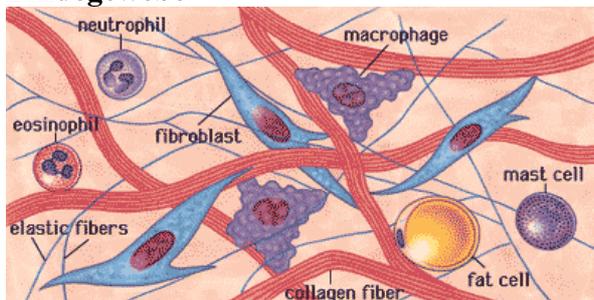
**Proteoglykane** (Kernproteinen, an die sich lange disaccharidische Ketten aus Glycosaminoglykanen binden) und **Glycosaminoglycane** (GAGs) bilden einen als "grundsätzlich" bezeichneten, hoch hydrierten gel-ähnlichen Stoff, welcher einen hohen Widerstand gegen Druckkräfte aufweist und eine schnelle, gleichmässige, jedoch selektive Verbreitung der verschiedenen Stoffe ermöglicht.

Die EZM enthält eine hohe (und noch nicht gut definierte) Anzahl nicht-kollagener spezialisierten Proteinen, darunter **Fibronectin**. Diese scheint in der Lage zu sein, das Wachstum und das Leben der Zellen, die interzelluläre Haftung, und - mit der EZM - die zelluläre Migration auf verschiedene Art und Weise zu beeinflussen: die Zelle kann um bis zu 5 cm/Tag wandern (Albergati, 2004). Die meist bekannte Isoform, Typ III, bindet sich an *Integrinen*, d.h. Transmembranproteinen, die als Mechanozeptoren dienen. Diese sorgen für eine selektive und modulare Übertragung der mechanischen Zug- und Druckkräfte von der ExtraZellulären Matrix in das Zelleninnere und umgekehrt (Hynes, 2002).

Man sollte die globale zelluläre Homöostase als einen Mechanismenkomplex betrachten, die innerhalb, bzw. ausserhalb der Zelle - in der ExtraZellulären Matrix (EZM) - ihren Ursprung, Genese und Entwicklung finden können; in diesem letzten Falle kann die Zelle das Zwischen-, oder aber das Endziel bilden. Die extrazellulären Komponenten dienen daher nicht nur als Abstützung für das Zellengerüst, sondern auch als eigentliche Sitze für die Entstehung, die Entwicklung und die Beendigung von Lebenszyklen, welche sowohl den intrazellulären Raum, als auch Organe und Apparate betreffen. Wir stehen vor einem endlosen biochemischen Netzwerk, imstande, Abermillionen von Informationen zu erzeugen, zu ändern und auch entfernt zu übertragen.

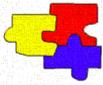
Die Zellen und die ExtraZelluläre Matrix stellen "zwei nur scheinbar getrennte Welten dar, die notwendigerweise über die gesamte Lebensdauer immer wieder interagieren müssen, um richtig und synergetisch funktionieren zu können" (F. G. Albergati, 2004).

### Bindegewebe

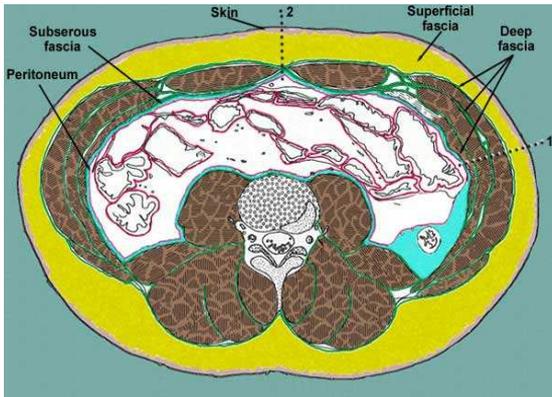


Das Bindegewebe ist Bestandteil der EZM und weist keine Unterbrechungen auf: Jedes Gewebe und Organ enthält Bindegewebe und ihre Funktionen hängen in hoher Masse von den anatomo-funktionellen Verknüpfungen des Körpers ab. Bestehend aus Zellen, Fasern und kolloidalem Stoff, das Bindegewebe ist in Wirklichkeit ein vielseitiges System, welches sämtliche Strukturen des Organismus (einschließlich der Zellen)

verbindet und auch metabolisch unterstützt. Was bis vor kurzem als ein "banales" Binde- und Füllgewebe betrachtet wurde, ist in Wirklichkeit ein System bzw. ein Organ mit unzähligen grundsätzlichen Funktionen: Bewahrung der Körperhaltung, Verbindung und Schutz von Organen, Säure-Basen-Gleichgewicht, Salz- und Flüssigkeitsbilanz, elektrisches und osmotisches Gleichgewicht, Blutzirkulation, Nervenleitung, Propriozeption, motorische Koordination, Barriere gegen Bakterien und inerte Teilchen, Immunsystem (Leukozyten, Mastzellen, Makrophagen, Plasmazellen), entzündliche Prozesse, Reparatur und Füllung von beschädigten Bereichen, Energiereserve (Lipide) aus Wasser und Elektrolyten von ca. 1/3 der gesamten plasmatischen Gesamtproteinen, intra- und extra-zelluläre Kommunikation. Bestehend aus Zellen, Fasern und kolloidalem Stoff, das Bindegewebe ist in Wirklichkeit ein vielseitiges System, welches sämtliche Strukturen des Organismus (einschließlich der Zellen) verbindet und auch metabolisch unterstützt



(Chetta, 2007).



### Bindegewebe-Faszie

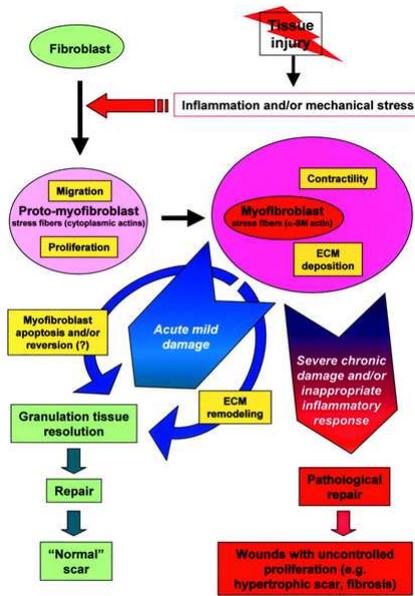
Unter den verschiedenen Bindegewebesorten (Bindegewebe-Faszie, elastisches Gewebe, Netzgewebe, Schleimhautgewebe, Endothelgewebe, Fettgewebe, Knorpelgewebe, Knochengewebe, Blut und Lymphe), ist die Bindegewebe-Faszie die "Brücke" zwischen EZM und Körperhaltung. Ausgehend von der von Frank Willard vorgeschlagenen Schematisierung, kann man die Faszie als in vier Schichten unterteilt betrachten, welche in etwa vier konzentrische und miteinander verbundene Längszylinder bilden.

1. Die äussere zylindrische Schicht unter der Haut ist die sogenannte *Oberflächenfaszie*. Sie deckt den ganzen Körper und, nachdem sie Fettgewebe enthält, hängt ihre Stärke auch von der Üppigkeit unserer Mahlzeiten ab...
2. Darunter befindet sich *die tiefe Faszie*, auch als zervikale, thorakale und lumbale Faszie bekannt, in deren Inneren sich zwei weitere entgegengesetzte zylindrische Schichten befinden.
3. Der hintere Zylinder besteht aus der *meningealen Faszie*, welche das gesamte Zentralnervensystem umhüllt..
4. Der vordere Zylinder, *viszerale Faszie*, ist eine fasziale Säule, die das Mediastinum bildet, und das vom Mund bis zum After entlang der Mittelachse verläuft. Branchen dieser Säule hüllen die Organe des Brustkorbs und des Bauchs um. Einige Forscher betrachten sie als Bestandteil der tiefen Faszie.

**Die tiefe Faszie** ist für die Körperhaltung äußerst wichtig. Wie gesagt, sie befindet sich unter der Oberflächenfaszie und bildet eine ziemlich kompakte zylindrische Hülle um den Körper herum (Rumpf und Gliedmassen). Sie erstreckt sich vom Schädel, genauer gesagt von der Kieferkante und der Schädelbasis, mit der sie sich verschmelzt, und verläuft auf die oberen Gliedmassen, vorne unter den Pectoralmuskeln, deckt die Zwischenrippenmuskeln, die Rippen und die abdominale Aponeurose und bindet sich an das Becken. Diese Faszie erstreckt sich nach hinten und ist an die Quer- und Dornfortsätze verankert und bildet eine Hülle für die paravertebrale Muskeln (rechts und links). Auf Höhe des Kreuzbeins bildet sie einen mit dem Knochen verschmolzenen und daher nicht trennbaren "Knoten", von dem aus die tiefe Faszie der unteren Gliedmaßen abgeht, und wo die verschiedenen faszialen Segmente des Körpers zusammenfließen. Die tiefe Faszie bildet Räume, welche Muskelgruppen enthalten, die in der Regel die gleiche Innervation haben. Die transversus abdominis Muskeln bilden den aktiven Teil der thorakalen und lumbalen Faszie (Willard, 2007).

In jedem Muskel, mittels der Septen, der Aponeurose und der Sehnen, tritt die tiefe Faszie in Kontakt mit dem Epimysium (die fibroelastische Verlängerung der tiefen Faszie, welche die einzelnen Muskeln umhüllt), das sich im Muskelbauch erstreckt, und bildet das Perimysium (lockeres Bindegewebe, welches die Muskelfaszie deckt) und das Endomysium (delikate Hülle der Muskelfaser). Diese *Muskelfaszie* ist mit den neuromuskulären Muskelspindeln sowie mit dem Golgi-Apparat anatomisch und funktionell unmittelbar verbunden (Stecco, 2002).

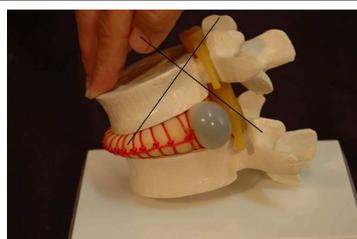
In der Tat ist das myofasziale Gewebe das größte Sinnesorgan unseres Organismus, von ihm erhält das Zentralnervensystem grösstenteils afferente Nerven. Neben den wohl bekannten Golgi-, Ruffini-, Pacini-Apparaten, sind auch sogenannte **interstitielle Mechanozeptoren** vorhanden. Sie kommen am häufigsten vor und können verschiedene örtliche und allgemeine Auswirkungen haben (Schleip, 2003).



Hinzu kommen die 1970 entdeckten **Myofibroblasten**, Bindegewebezellen mit kontraktile Fähigkeiten, ähnlich denen der glatten Muskeln (sie enthalten Aktinfilamente). Sie spielen eine anerkannte und wichtige Rolle bei der Wundheilung, der Gewebefibrose sowie bei pathologischen Verspannungen. Die Myofibroblasten verspannen sich aktiv bei Entzündungen, wie dem Morbus Dupuytren, der Rheumathritis, der Leberzirrose. Wahrscheinlich sorgen diese Strukturen mittels des vegetativen Nervensystems auch für die "Vorspannung" der Faszie, nachdem sie als Nebenspannungssystem dienen: Sie tragen bei der Muskelverspannung synergetisch bei und liefern dabei einen Vorteil in überlebenskritischen Situationen (Gabbiani, 2003, 2007).

Vom biomechanischem Gesichtspunkt aus, erfüllt die tiefe Faszie die grundsätzliche Aufgabe der Stressminimierung der Wirbelsäule und der Optimierung der Fortbewegung. Eine tiefergehende Betrachtung dieser Faszie wird erlauben, einige

allgemeine, auf Annahmen basierende Überzeugungen aus dem Tisch zu räumen, die zwar suggestiv klingen, jedoch nie bewiesen wurden.



Risikosituation nur beim Bestehen einer Beschädigung des Faserrings und eines Bandscheibenvorfalls



Überlast plus "Einklemmung" plus Scherkraft = Risikosituation für den Faserring

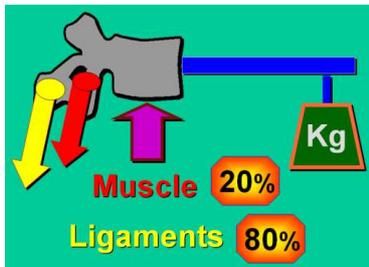
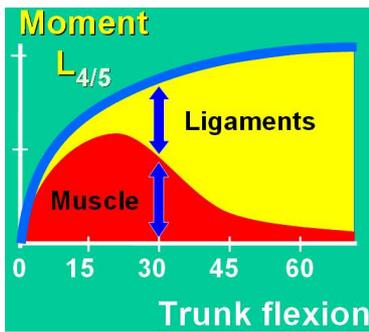
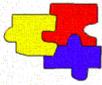
Das **Gelenkplateau** der Wirbelsäule bricht bei einer axialen, rein druckbedingten Last von ca. 220 kg (Nachemson, 1970): Der Druck der Bandscheibe verursacht den Bruch der Endplatte, in der sich das Bandscheibengewebe verlagert (Schmorl Knötchen). Dies, obwohl das Metameter erst bei ca. 1.200 kg bricht (Hutton, 1982) und bei einem rein axialen Druck von mindestens 400 kg verformt sich der Faserring um max. 10%. Dies lässt den Gedanken zu, dass die Bandscheibe kein adäquates Lastdämpfungssystem ist, sondern als Energiewandler dient. Bis auf seltene Ausnahmen, sind Scherkräfte, verbunden mit Druck, die Auslöser eines Bandscheibenvorfalls (Gracovetsky, 1988).

Andererseits ist es unstrittig, dass beim Heben großer Lasten die Drucklast auf die Wirbel 700 kg erreichen kann (der Druck auf L5-S1 beim Heben im 45 Grad Winkel beträgt in etwa das 12-fache der Last selbst).

In den 40'ern kam Bartelink auf die heute immer noch allgemein akzeptierte Idee, dass zum Heben einer Last die Rückenaufrichtmuskeln (M. erector spinae) auf die Vorsätze der entsprechenden Wirbel mit Hilfe des abdominalen Drucks wirken, welcher seinerseits das Zwerchfell drückt (Bartelink, 1957).

Es wurde festgestellt, dass die maximal von den Rückenaufrichtmuskeln ausübbarer Kraft 50 kg beträgt. Mit einer einfachen Berechnung lässt sich beweisen, dass beim Heben einer 200 Kg Last der intra-abdominelle Druck in etwa das 15-fache des

Blutdruckes erreichen sollte (der auf einer Querfläche von 0,2 m<sup>2</sup> berechnete maximale IAP-Wert beträgt 500mm Hg).



Erst das Heranziehen der Faszie macht das Bartelink-Modell sinnvoll. Während des Hubs der Last, durch Biegung der Wirbelsäule mit dem Becken in Retroversion (d.h. mittels einer optimalen Spannung der Faszie) werden die Rückenaufrechtmuskeln kaum angeregt. Der Hub erfolgt vorwiegend dank der Wirkung der Streckmuskeln des Oberschenkels und der Faszie. Bei den olympischen Meistern konnte man betrachten, dass sich die Spannung zu 80% auf der Faszie und nur zu 20% auf den Muskeln verteilt.

Die Evolution hat dem Kollagen den größten Anteil der Arbeit überlassen, weil es in seiner Funktion als Band praktisch keine Energie aufbraucht. Hinzu kommt, dass die Faszie, dank ihrer Verbindungen mit dem Beckenkamm/den Dornfortsätzen, den Vorteil eines längeren Hebelwirkung aufweist.

Die Rückenaufrechtmuskeln und der intra-abdominale Druck (IAP), zusammen mit den Psoas-Muskeln, regeln in Wirklichkeit die Lumbalordose und spielen somit eine wichtige Rolle als

**Modulatoren** der Kraftübertragung zwischen Muskeln und Faszie.

Bei einem hohen intra-abdominalen Druck spannen die querverlaufende Bauchmuskeln (M. transversi abdominis) die Lendenwirbelsäule bis zur Hyperlordose, während umgekehrt bei einem niedrigen Bauchdruck die Biegung der Wirbelsäule in Retroversion möglich ist und die Faszie ihren entscheidenden Beitrag leisten kann. In diesem zuletzt genannten Zustand verringert sich der Widerstand gegen den systolischen Druck, so dass die Blutströmung in Richtung der Extremitäten gefördert wird.

Aus diesem Grund ist die Spannung der Faszie der sichere Weg, um schwere Lasten zu heben, jedoch sollte man dabei schnell handeln, beim langsamen Heben kann nämlich nur ein Viertel der Last gehoben werden. Dies ist auf die *visko-elastischen* Eigenschaften der Kollagenfaser zurückzuführen, welche die Faszie dehnen, falls sie länger gespannt gehalten wird (Gracovetsky, 1988).



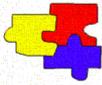
## Tensegrity und Körperhaltung

Es wäre ein Fehler, nach einer allgemein geltenden **Körperhaltung** zu suchen, weil man damit die grundsätzliche Eigenschaft des Bindegewebes, d.h. seine Visko-Elastizität, ignorieren würde. Wir sind keine Statuen. Bei der Fortbewegung sorgt das Wechselspiel von Faszie und Muskeln für die posturale Stabilität im Gravitationsfeld. Die Funktion ist vorrangig und gestaltet die Struktur, die posturale Koordination ist wichtiger, als die Struktur: 76% der asymptotischen Arbeiter weisen einen Bandscheibenvorfall auf (Norbert Boos et al Spine: 20, 1995). Nicht zufällig ist der Mensch das kybernetische System schlechthin

*Der Mensch braucht Bewegung, um zu überleben.* Aus diesem Grunde hat die Lokomotion den Vorrang gegenüber allen anderen Tätigkeiten. Der jetzige menschliche Körper stellt vor allem die Folge des Bedürfnisses dar, mit maximaler Effizienz auf zwei Füßen im Gravitationsfeld zu gehen. Entsprechend dieser Theorie, muss der Mensch in der Lage sein, sich mit einem minimalen Aufwand an Energie und Verbrauch der betroffenen anatomischen Strukturen fortzubewegen.

Es gibt zwei Arten von **Tensegritätsstrukturen** (Tensegrity, ein vom Architekten Richard Buckminster-Fuller 1955 geschaffter Begriff):

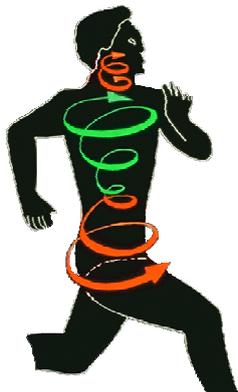
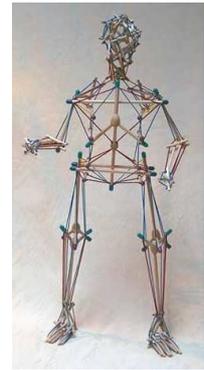
1. Sie können entweder nur aus steifen Achsen, welche Drei-, Fünf- oder Sechsecke bilden, oder
2. aus steifen Achsen und (flexiblen) Bändern bestehen. Die Bändern bilden ein durchgehendes



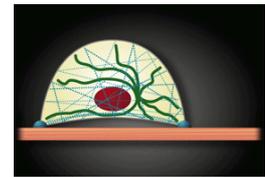
Werk, welches die unterbrochene Struktur der steifen Achsen drückt. Ihrerseits üben die steifen Achsen Zug- und Schubkräfte auf die Bänder aus.

Vorteile einer Tensegritätsstruktur:

- Der *Widerstand* des Ganzen übertrifft bei weitem den Widerstand aus der Summe seiner Bestandteile;
  - Die *Leichtigkeit*: bei gleichem mechanischen Widerstand, ist diese Struktur nur halb so schwer, wie eine Belastungsstruktur;
  - Die *Flexibilität*, welche ihr unter einer externen Wirkung ein erhebliches *Formanpassungsvermögen* verleiht; bei gleichzeitiger Minimierung der Auswirkungen und Beibehaltung der Stabilität (*des Gleichgewichtes*), während die Reversibilität ermöglicht wird.
- *Zusammenspiel* aller Teile.



Ausgehend vom Zytoskelett (Ingber, 1998), zeichnet sich der menschliche Organismus durch eine Tensegritätsstruktur aus, die makroskopisch betrachtet des Typs II ist, in dem die Knochen die steifen Achsen (Belastungsstrukturen) und das myofasziale System die flexiblen Strukturen (Bänder) bilden (Myers, 2002).



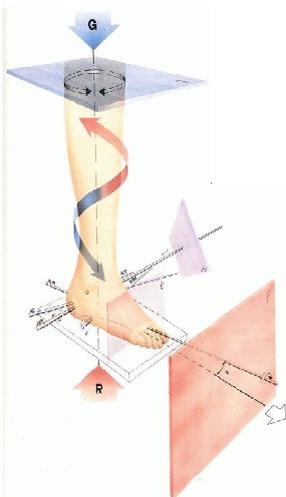
Eine spezielle Eigenschaft der "menschlichen Tensegrität" ist ihre Fähigkeit, als ein System aus "Schrauben mit variabler Steigung" oder Wirbeln (Spiralen) zu funktionieren.

Die „Antigravitationsfähigkeit“ des menschlichen kybernetischen Systems entwickelt sich vor allem auf der Querebene, dank einem ausgeklügelten System des neuro-biomechanischen Gleichgewichtssystem.

Beim Vorhandensein eines angemessenen Reibkoeffizienten, dank dem astragalo-calcaneum bzw. **Hinterfuss "Mörser"**, geht die "menschliche Spirale" auf der Fußebene von der Quer- auf die Stirnebene über.

Aus diesem Grund ist der Fuss kein System mit aus Bögen oder Gewölben, sondern er ist ebenfalls ein höchst ausgefeiltes schraubenförmiges sinn-motorisches Systems (Paparella Treccia, 1978).

Der **Fuss**: Eine Schraube mit variabler Steigung, bestehend aus 26 Knochen, 33 Gelenken und 20 Muskel, die den ganzen Körper beeinflusst.

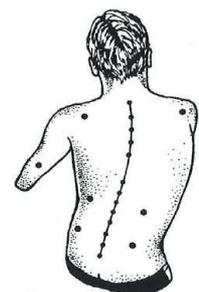


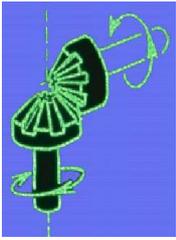
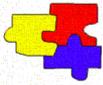
Im langen Verlauf der Morphogenese, modellierte die Schwerkraft **helicoidale Konfigurationen**, die während der Fortbewegung die Rolle eines Bandes übernehmen, und somit die schraubenförmigen Bahnen bestimmen.

Die Evolution bevorzugte schraubenförmige Konfigurationen, weil sie während der Bewegung ihre dynamische Stabilität (Winkelmoment), ihre (potentielle und kinetische) Energie sowie ihre Information (Topologie) bewahren. Der hohe Symmetriehalt schraubenförmiger Konfigurationen fördert die strukturelle Stabilität in den Formen.

*Goldzahl des Goldenen Schnittes*, wie auch das Längenverhältnis unter den verschiedenen Skeletteilen (Paparella Treccia, 1988).

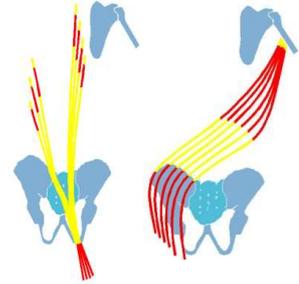
Die Wirbelsäule stellt den Primärtrieb, den "spinal engine" der Fortbewegung dar (wie uns Gracovetsky lehrt). In der Tat ist ein Mensch mit totalamputierten unteren Gliedmassen in der Lage, auf die Tuberositas ischiadica zu gehen, ohne die Primärbewegung des Beckens zu beeinflussen. Dies beweist grundsätzlich zwei Tatsachen:



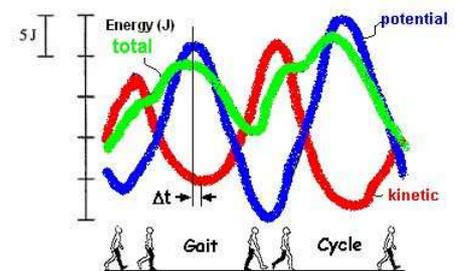


1. Die *Facetten* und die Bandscheiben sind kein Hindernis für die Drehung, sondern begünstigen sie. Die Wirbel bezwecken keine statische strukturelle Stabilität. Mittels eines Drehmomentsystems, erzeugt die Lumbarlordose im Zusammenspiel mit der seitlichen Flexion die Drehung der Wirbelsäule auf mechanischem Wege.

2. Verglichen mit der Wirbelsäule, spielen die *unteren Gliedmaßen* eine untergeordnete Rolle. Sie sind das Ergebnis der Notwendigkeit der Evolution, die Geschwindigkeit der menschlichen Fortbewegung zu beschleunigen. Aus diesem Grund können die intervertebralen Bewegungen, und speziell die Drehungen auf der Querebene zusätzlich von den unteren Gliedmaßen unterstützt werden, an die die Wirbelsäule gebunden ist, mittels wichtiger myofaszialen Ketten: Die ischio-cruralen Muskeln - das Ligamentum sacrotuberale - der Musculus longissimus lumborum und iliocostalis thoracis, die ischio-cruralen - Muskeln gluteus maximus -latissimus dorsi usw..



Das myofasziale System sorgt somit für eine wirksame und laufende Wandlung der potentiellen in kinetische Energie, und umgekehrt. Beim typischen Gang (Geschwindigkeit 7 Km/h) wird der Schwerpunkt des Körpers von der bei der Verzögerung erzeugten kinetischen Energie gehoben, die somit in potentielle Energie umgewandelt wird (Cavagna, 1973). Diese wird ihrerseits für die Beschleunigung des Körpers verwendet. Die entsprechenden Kurven sind daher



phasenentgegengesetzt (der Inkrementierung einer Kurve entspricht eine Dekrementierung der anderen). Der muskuläre Faktor erfüllt lediglich die wichtige Aufgabe der Kontrolle und Modulierung in Echtzeit des Verhältnisses zwischen potentieller und kinetischer Energie. Dies basiert auf einem beschränkten Energieaufwand und einem physiologischen Einsatz der betroffenen Strukturen.

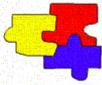
Somit gilt unsere anfängliche theoretische Annahme als bewiesen.

Die **aufrechte Körperhaltung** ist ein Sonderfall der Fortbewegung, und zeichnet sich durch posturale Schwankungen aus, die mittels der Stabilometrie sichtbar und quantifizierbar werden, und die rhythmischen Bewegungen auf der Quer- und Stirnebene entsprechen. Der aufrechte Stand ist Bewegung ohne Fortschreitung und umfasst die Inhibition der Lokomotion (mit entsprechendem zusätzlichen Verzögerungseingriff der Muskeln). Sie ist daher energieaufwendiger: Der Mensch ist zum Gehen geschaffen.

Die Körperhaltung muss folglich innerhalb eines dynamischen Konzeptes definiert werden: Sie ist die personalisierte Anpassung jedes Individuums an seinen physikalischen, psychischen und emotionalen Lebensraum. In anderen Worten, sie ist die Art und Weise, mit der wir auf die Schwerkraft reagieren und kommunizieren.

Der **kulturelle Faktor** kann auf die normale posturale Physiologie wirken und die Information aus dem Lebensraum verändern; damit interferiert er mit dem normalen Evolutionsprozess. Als Folge seines wenig natürlichen Habitats und Lebensstils, weist der "zivilisierte" Mensch posturale Dysfunktionen auf, welche seine physikalisch-psychisch Gesundheit und seine Schönheit schwer negativ beeinflussen (Chetta, 2007, 2008).

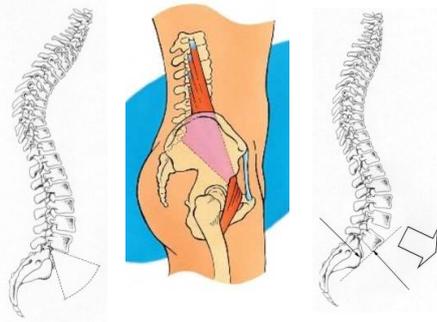
Wir konnten feststellen, dass die **Kontrolle der LWS-Lordose**, einer typischen und exklusiven Eigenschaft des Menschen, maßgeblich ist: Dank der gleichmäßigen Verteilung von Lasten und Funktionen zwischen Faszie und Muskeln, erlaubt sie, den Stress zu minimieren und die biomechanische Effizienz zu optimieren.



Insbesondere zwei Parameter beeinflussen die Lumbarlordose, und daher die Körperhaltung in ihrer Ganzheit: Die Fuss- und die okklusale Auflage.

Wie der bekannte Wiener Künstler und Architekt Friedensreich Hundertwasser richtig intuitiv erkannte, ist der **gerade Boden** zwar richtig für die Ausstattung des Wohnraums, jedoch ungesund für den Menschen. Und, gemäß der Intuition der französischen Physiotherapeutin Françoise Mezieres, ist die LWS- Hyperlordose immer primär (Godelieve, 1995).

In der Tat reagiert der Mensch auf einen geraden Boden, mittels des kräftigen Psoas-Muskels (Myers, 2001), mit einer lumbaren Hyperlordose, u.zw. auf zwei verschiedene Arten auf der



Sagittalebene, wie aus der Analyse der Sagittalebene auf den Röntgenbildern ersichtlich (von schmerzfreien Situationen, ohne antalgische Schonhaltungen).

A) Konzentriert auf die letzten Lendenwirbel, mit einer Neigung zur Steilstellung des oberen Teils,

B) Erstreckt auf die gesamte Lumbarstrecke (Pacini, 2000)

Diese Veränderung betrifft wie eine Welle den ganzen Körper (einschließlich der Okklusion, mit entsprechenden Kiefer- und Zahnfehlstellungen) und wird ganz individuell in der Körperhaltung kompensiert.

Mit seinem 4-6 kg in einem Erwachsenen, stellt der **Kopf** die schwerste Extremität dar.

Angesichts der enormen Wichtigkeit der darin enthaltenen Organe und Strukturen, besitzt die kranio-zerviko-mandibuläre Einheit sicherlich ein hoch effektives und sensibles propriozeptives System.

Kopffehlstellungen - egal auf welcher Ebene,

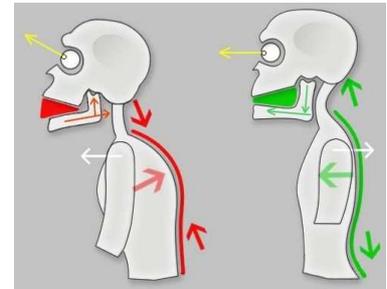
als Folge von stomatognathen und/oder extra-stomathognathen

Problemen (ab- oder aufsteigend, oder, wie es oft der Fall ist, gemischt) - verursachen daher unvermeidlich mechanische und reflexbedingte posturale Ausgleiche, die den ganzen Körper in verschiedenem Umfang betreffen.

Die Vertikaldimension (Bisshöhe) ist dabei ein besonders kritischer Parameter (Formia, 2009).

Ferner darf man nicht vergessen, dass die **Zunge**, zusammen mit dem Fuß, den wichtigsten morpho-funktionellen Reiz darstellt. Die Zunge ist ein Organ, welches das Wachstum des Unter- und Oberkiefers sowie die Morphogenese der Zahnbögen im Wachstumsalter direkt beeinflusst.

Zum Beispiel können eine zu früh verwendete Babyflasche sowie Kopffehlstellungen die Funktion der Zunge negativ beeinflussen (Ferrante, 2004).



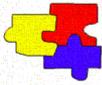
## Schlussfolgerungen

Somit wird die „**Posturologie**“ (Körperhaltungslehre) gezwungenermaßen zu einer

interdisziplinären Wissenschaft, welche zahlreiche Gebiete der Medizin und der Technik umfasst.

Beim Betrachten einiger klinischen Fälle, möchte ich abschließend betonen, dass die Untersuchung der Körperhaltung eine immer wichtigere Rolle in einer Gesellschaft spielt, wo die Menschen in einer unnatürlichen, und daher wenig physiologischen Umgebung gezwungen werden. Immer öfter wird die Körperhaltung bei vielen Muskel-Skelett- und organischen Problemen mit einbezogen.

Das Zusammenwirken der verschiedenen Spezialisten, die technologische Weiterentwicklung, der Fortschritt der wissenschaftlichen Forschung zum Thema ExtraZelluläre Matrix und Bindegewebe sind die Tragsäulen des Fortschrittes auf diesem faszinierenden und facettenreichen Gebiet.



### Schlussfolgerungen

1. Alles, was ausserhalb der Zelle liegt, ist gleichermassen wichtig, wie das darin Befindliche und kann nicht getrennt betrachtet werden.
2. Wir sind eine biomechanisch oszillierende "strukturierende Funktion" im dynamischen Gleichgewicht zwischen Bindegewebe und Muskeln (bei Beschädigungen der Faszie wird eine Reha "schwierig").
3. Bei der posturalen Rehabilitation / Veränderung ist die Kontrolle und die Positionierung des Beckens ein biomechanisch kritischer Parameter, der immer überprüft werden soll, unabhängig vom verwendeten therapeutischen Ansatz. Betrachtet man lediglich die in einem bestimmten Körperbereich erzielten Ergebnisse, z.B. im stomathognathen Apparat oder in der Fussauflage, ohne deren Auswirkungen auf die gesamte Haltung zu untersuchen, bringt die grosse Gefahr mit sich, das Problem von einem auf den anderen Bereich des Körpers zu verschieben.

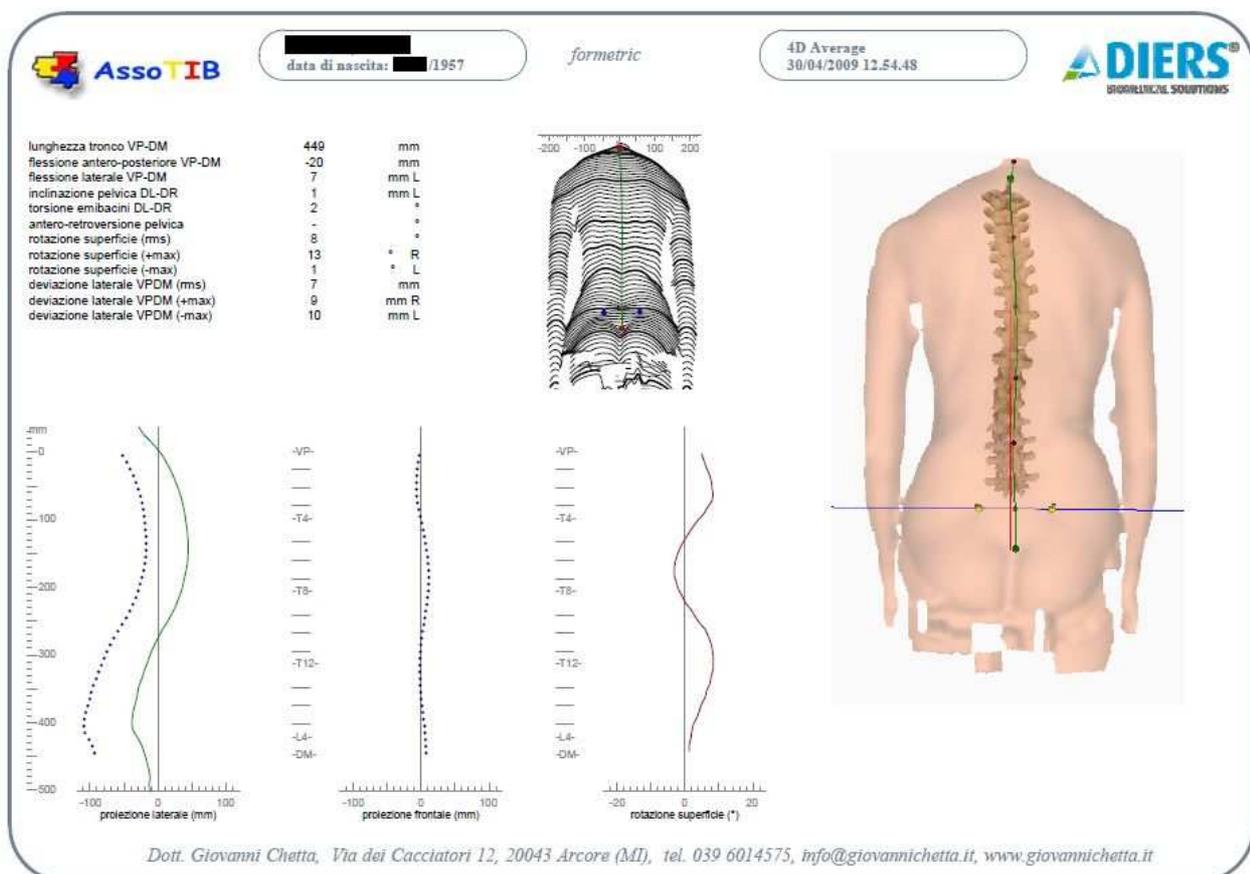
### Klinische Fälle

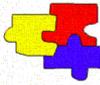
Die in der Formetric Analyse sichtbaren Ergebnisse wurden mit einer von mir als TIBodywork genannten Methodologie erzielt, welche die integrierte und synergetische Anwendung verschiedener unterschiedlichen Techniken vorsieht, darunter die manuelle Therapie (Bodywork), die Haltungsgymnastik (Chetta, 2008) und die Ergonomie (Okklusionsschiene, personalisierte Schuheinlagen, Schuhe usw.).

### Klinischer Fall: Migräne

Patientin, geboren 1957, mit seit ca. 10 Jahren andauernden Migräne-Anfällen (2/3-mal in der Woche) und Hals- und Rückenschmerzen, mit Gleichgewichtsverlust. Schwere Veränderungen der Wirbelsäule

TIBodywork-Behandlung: Okklusionsschiene, personalisierte ergonomische Schuheinlagen, manuelle Therapie, Haltungsgymnastik





AssoTIB

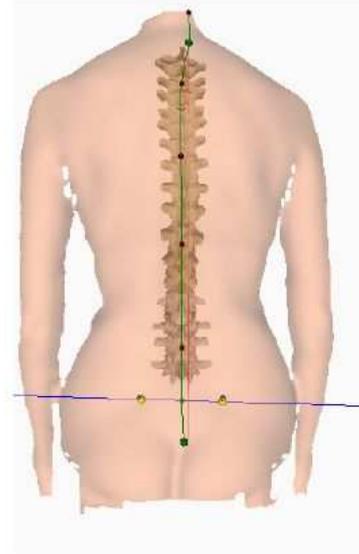
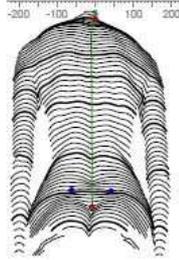
data di nascita: [redacted]/1957

formetric

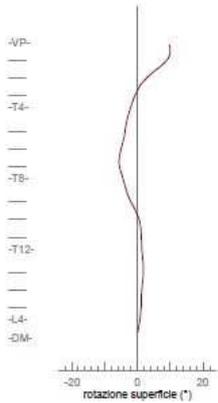
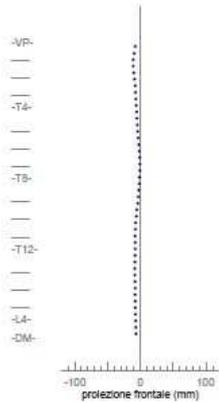
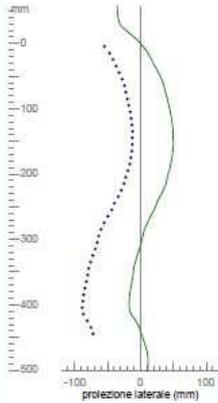
4D Average  
14/04/2010 10.39.41

DIERS®  
BIOMECHANICAL SOLUTIONS

lunghezza tronco VP-DM 452 mm  
 flessione antero-posteriore VP-DM 1 mm  
 flessione laterale VP-DM 9 mm R  
 inclinazione pelvica DL-DR 3 mm L  
 torsione emibacini DL-DR 4 mm  
 antero-retroversione pelvica 18 mm  
 rotazione superficiale (rms) 4 mm  
 rotazione superficiale (+max) 11 mm R  
 rotazione superficiale (-max) 5 mm L  
 deviazione laterale VPDM (rms) 3 mm  
 deviazione laterale VPDM (+max) 7 mm R  
 deviazione laterale VPDM (-max) 3 mm L



PI, Avamp 5mm, Bite



Dott. Giovanni Chetta, Via dei Cacciatori 12, 20043 Arcore (MI), tel. 039 6014575, info@giovannichetta.it, www.giovannichetta.it

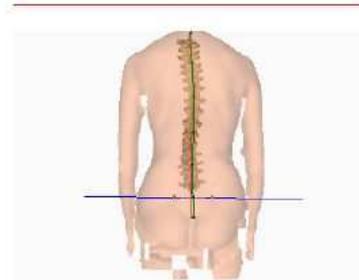
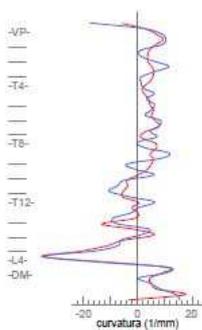
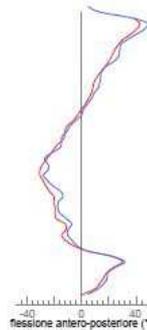
AssoTIB

data di nascita: [redacted]/1957

formetric

DIERS®  
BIOMECHANICAL SOLUTIONS

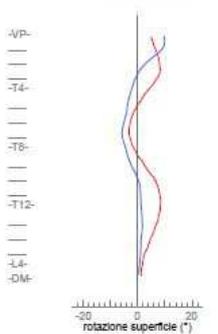
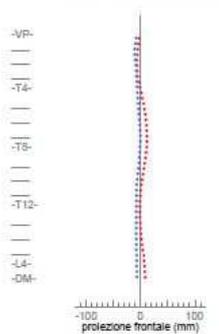
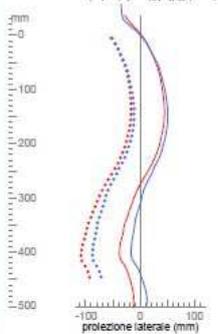
flessione antero-posteriore VP-DM  
 -20.5 mm Diff: 21.4 0.9 mm  
 flessione laterale VP-DM  
 7 mm L Diff: 16.0 9 mm R  
 inclinazione pelvica DL-DR  
 1 mm L Diff: 2.0 3 mm L  
 torsione emibacini DL-DR  
 2.1 ° Diff: 2.2 4.3 °  
 freccia cervicale (Stagnara)  
 58.8 mm Diff: 25.8 84.6 mm  
 freccia lombare (Stagnara)  
 77.4 mm Diff: 10.7 86.7 mm  
 angolo cifotico ICT-ITL (max)  
 110.0 ° Diff: 38.6 71.4 °



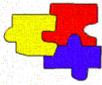
30/04/2009 12.54.48 FIII\_Average3D



14/04/2010 10.39.41 FIII\_Average3D PI, Avamp 5mm, Bite

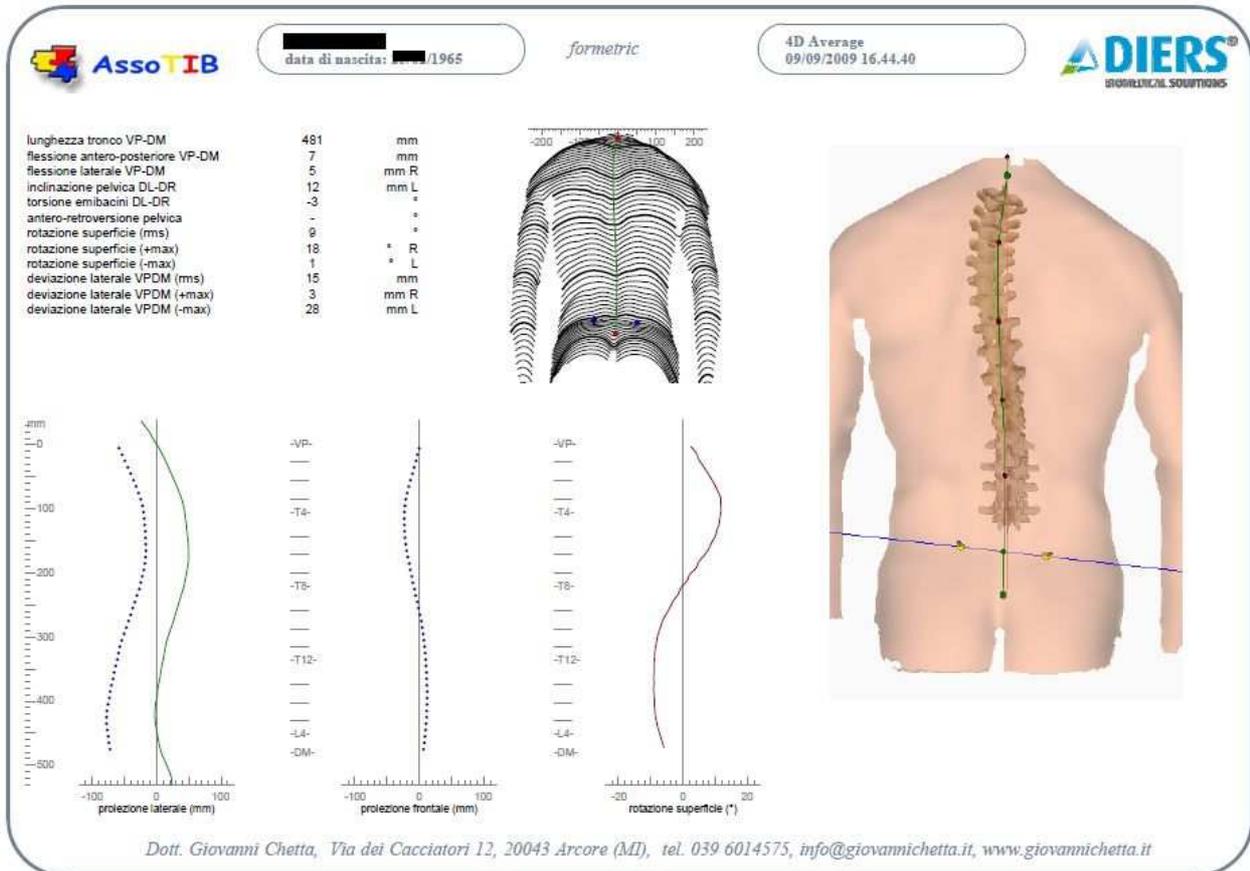


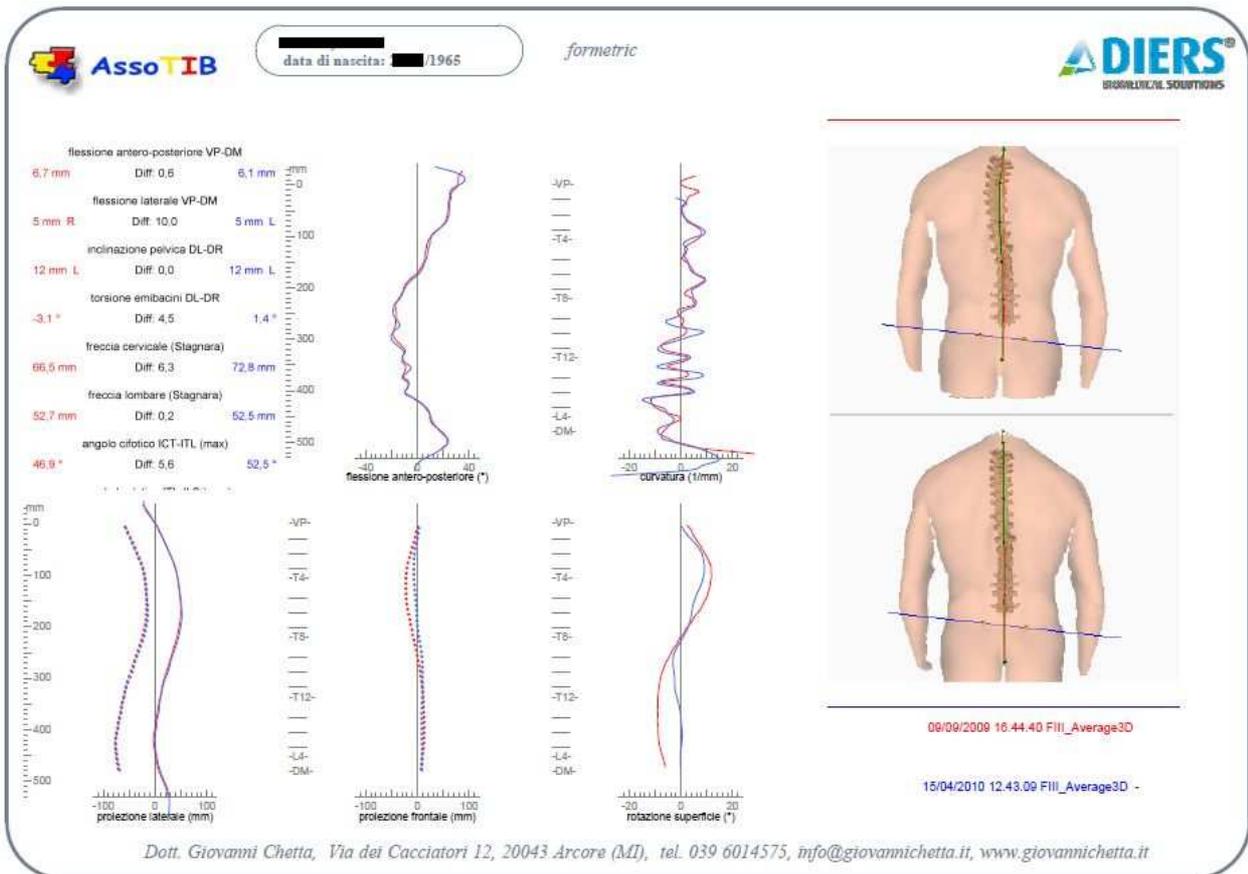
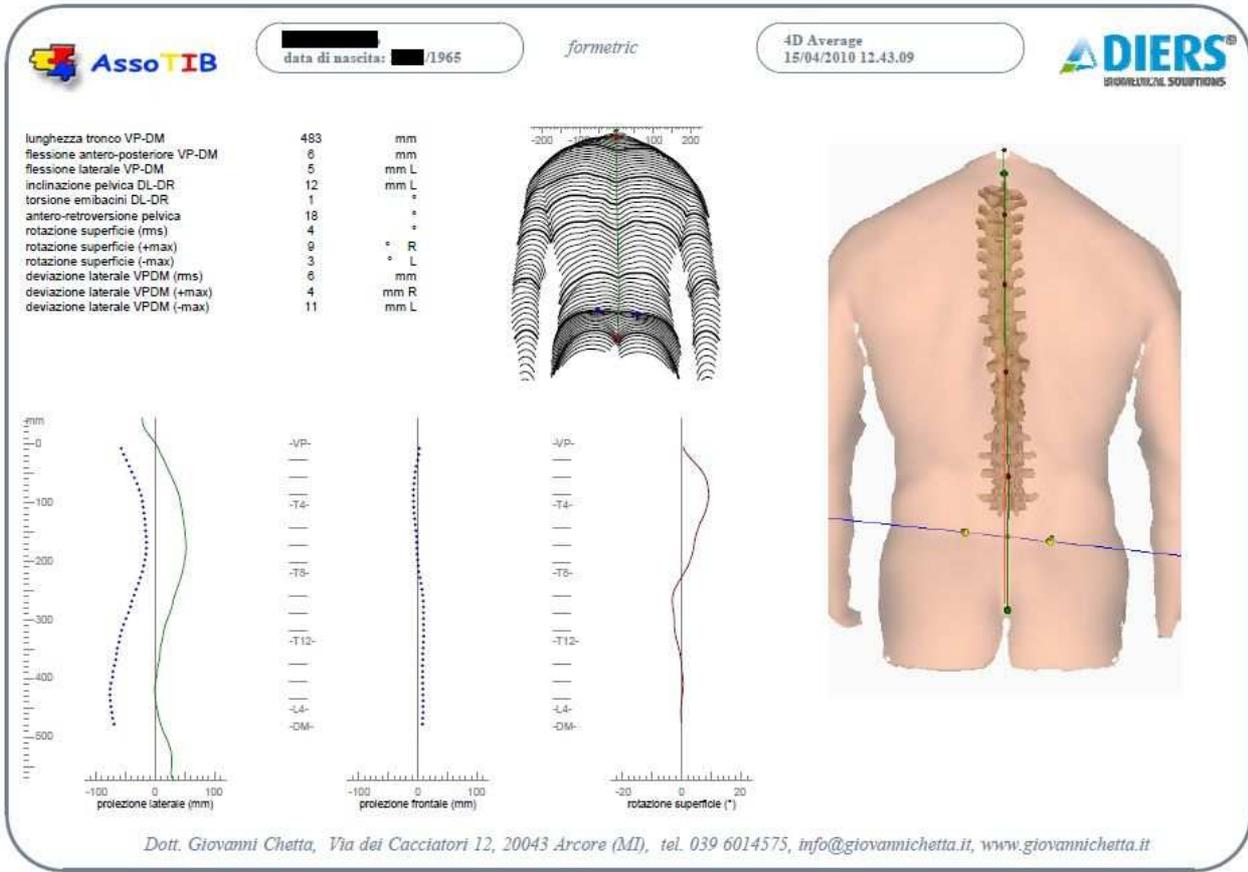
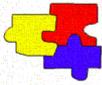
Dott. Giovanni Chetta, Via dei Cacciatori 12, 20043 Arcore (MI), tel. 039 6014575, info@giovannichetta.it, www.giovannichetta.it

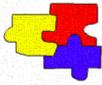


### Klinischer Fall: Pubalgie

Sportler, 44 Jahre alt, leidet seit 2 Jahren an Schmerzen im Bereich von Scham- und Sitzbein, links Skoliose sowie Folgen einer teilweisen eingeborenen Hüftdysplasie, links TIBodywork-Behandlung: Okklusionsschiene, ergonomische Schuhe, manuelle Therapie, Haltungsgymnastik



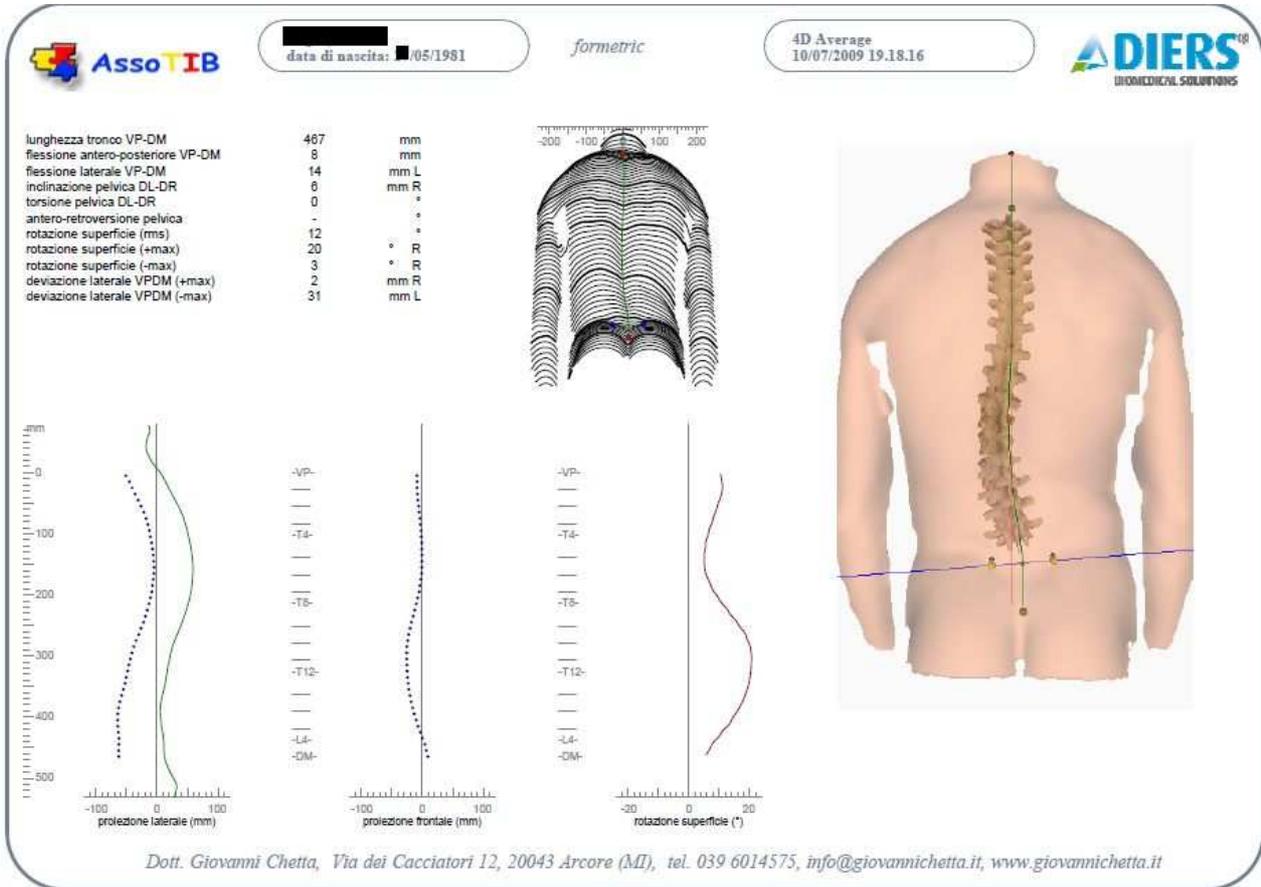


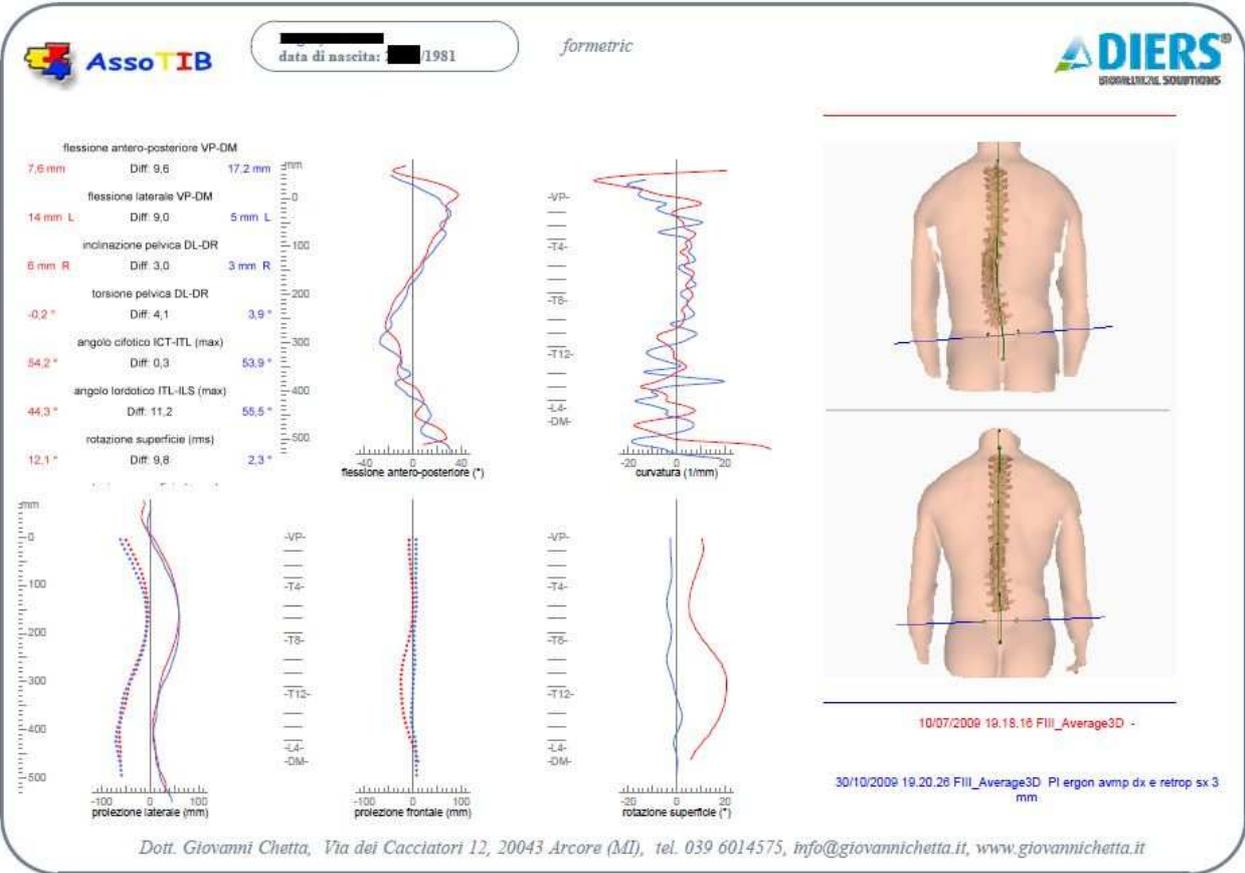
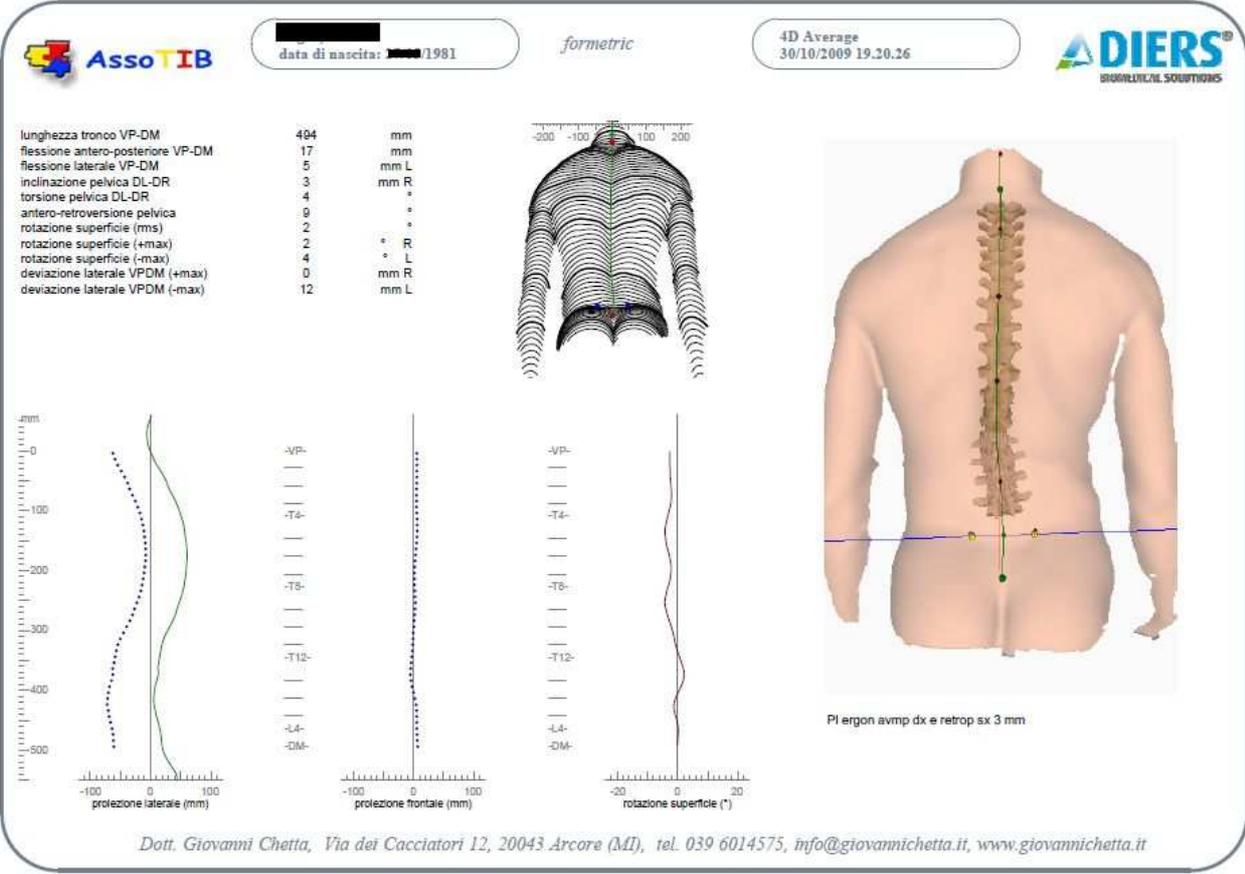
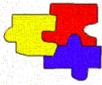


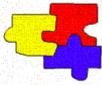
### Klinischer Fall: Skoliose

Patient, geb. 1981, mit einer starken Skoliose

TIBodywork-Behandlung: personalisierte ergonomische Schuheinlagen, Haltungsgymnastik



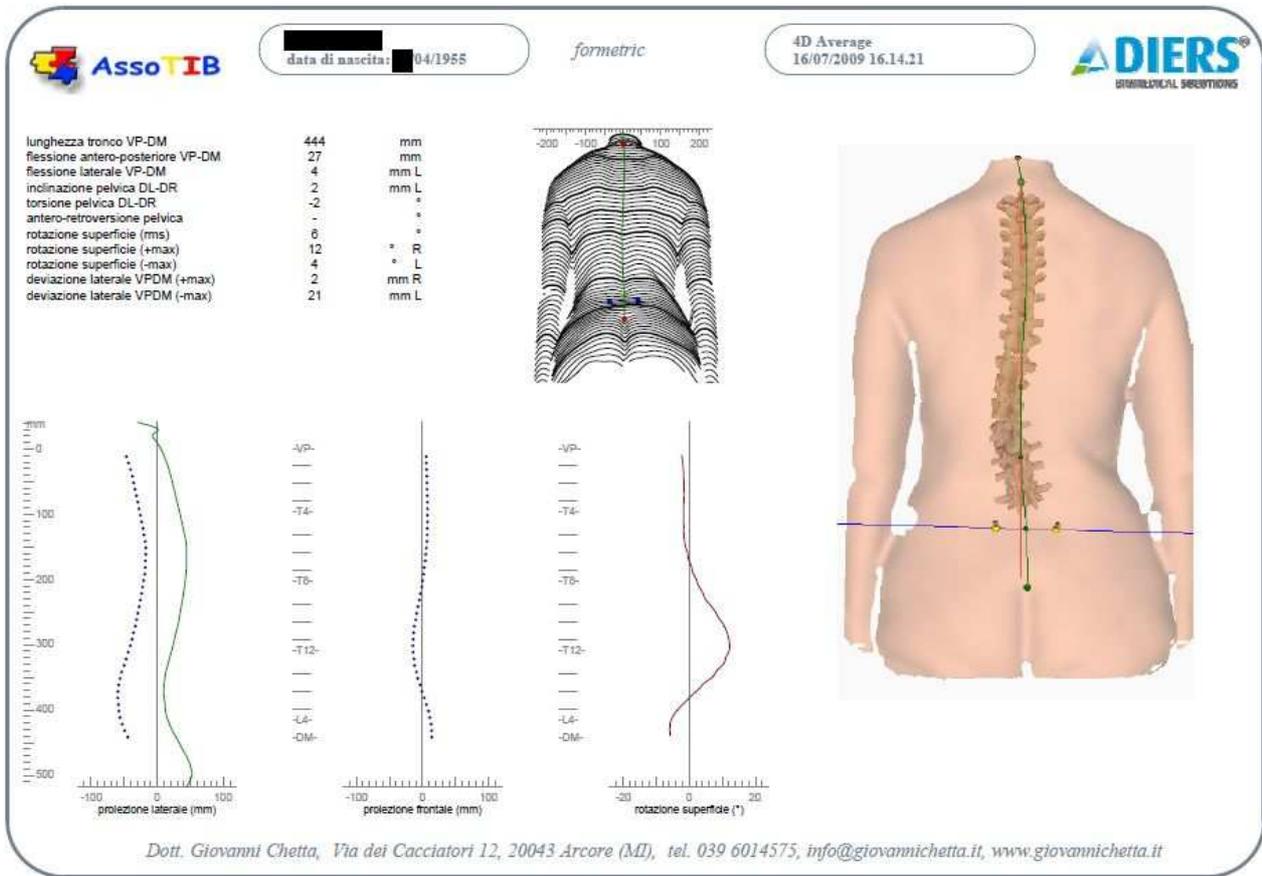


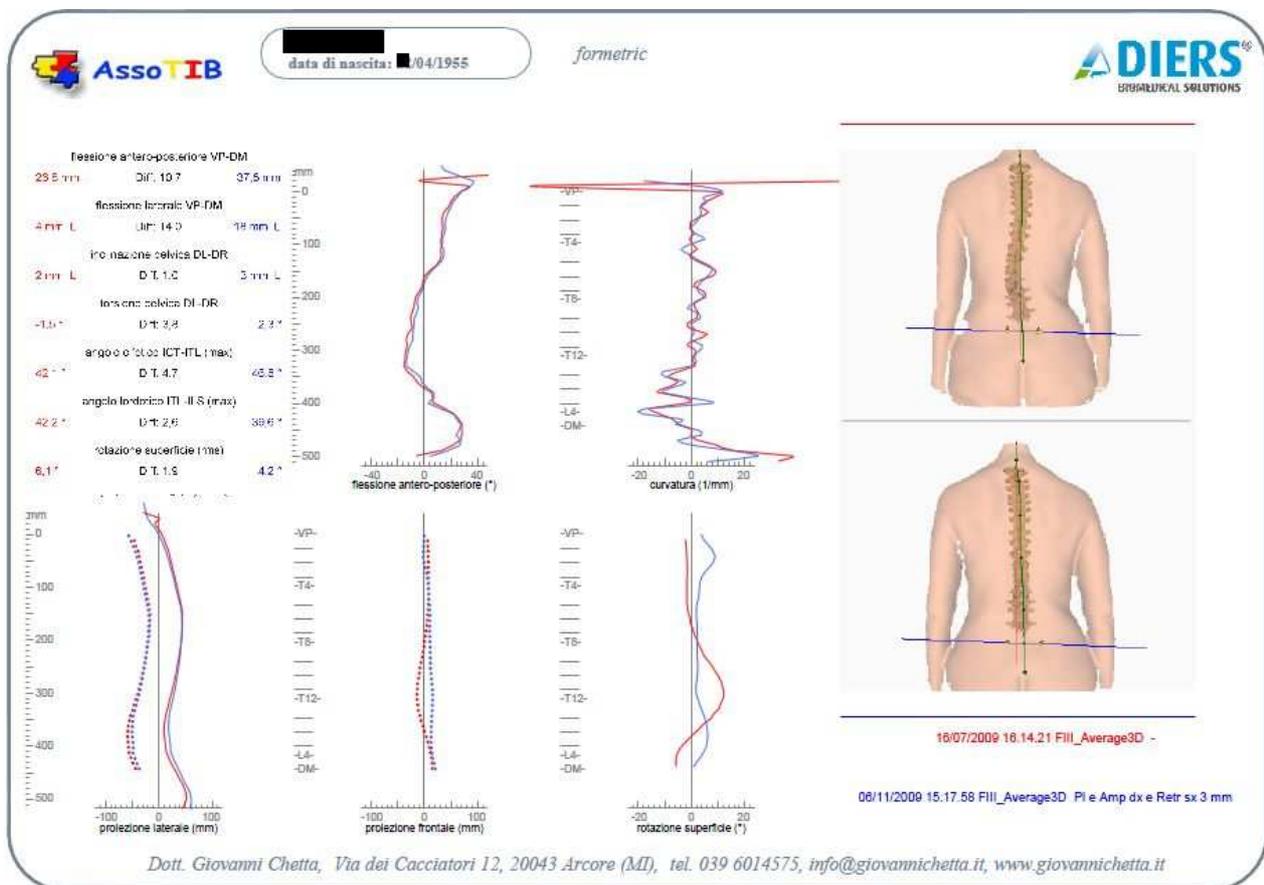
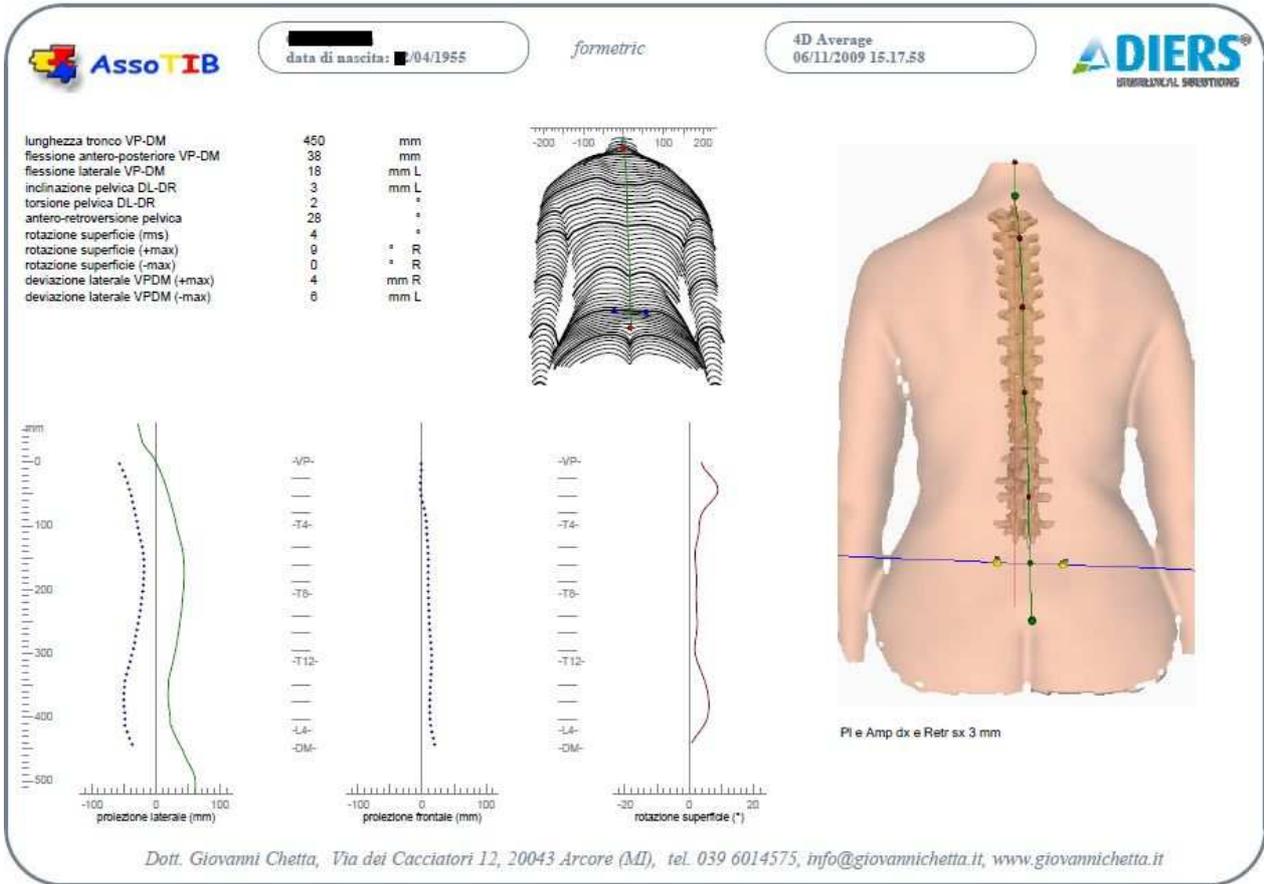
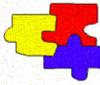


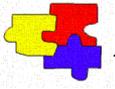
### Klinischer Fall: Lumbalgie

Patientin, geb. 1955, mit einer "chronischen" invalidierenden Lumbalgie (Vorhandensein einer starken LWS-Skoliose)

TIBodywork-Behandlung: personalisierte ergonomische Schuheinlagen, manuelle Therapie





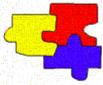


*“Die Seele des Menschen mit all ihren Strömen reinen Lebenswassers scheint in den Faszien dieses Körpers zu wohnen. Handelt man mit der Faszie, so handelt und arbeitet man mit Gehirnzwigstellen, die den gleichen Gesetzen unterliegen, wie das Hauptquartier: Warum sollte die Faszie also nicht genauso respektiert werden?” (H. T. Still, 1899)*

Gewidmet an Carlo, ciao Nini.

## Literatur

- Africa A., E., Chetta G., , "Approccio clinico e riabilitativo alle patologie del piede (Klinischer und rehabilitativer Ansatz zu den Fusspathologien)", Kap. 98 (S. 1711), Band III der "Nuovo Trattato di Medicina Fisica e Riabilitativa (Neue Abhandlung über physische und rehabilitative Medizin)" von Giorgio Valobra, Renato Gatto und Marco Monticone, Utet-Verlag, Medizinwissenschaften (2008).
- Albergati F. G., Bacci A., Mancini S., "La matrice extracellulare", Minelli editore (2004)
- Athenstaedt H.: "Permanent Electric Polarisation and Pyroelectric behaviour of the Vertebrate Skeleton", Z Zellforsch 1969
- Bartelink D.L., "The role of abdominal pressure in relieving the pressure on the lumbar intervertebral disc", J Bone Surg [Br] 39B, pp718-725 (1957)
- Boos N. et al, Spine: 20 (1995)
- Cavagna G. A., "Human locomotion", Comparative Physiology, North Holland P. C. (1973)
- Chetta G., "Ginnastica posturale; implicazioni, peculiarità e benefici per l'uomo nella società moderna (Posturale Gymnastik, Implikationen, Besonderheiten sowie Nutzen für den Menschen in der modernen Gesellschaft)" Medizin-Webseiten [www.listaippocrate.it](http://www.listaippocrate.it) und [www.scienzaeprofessione.it](http://www.scienzaeprofessione.it) (2008)
- Chetta G., "L'importanza di una corretta postura - Postura e benessere (Bedeutung einer korrekten Körperhaltung - Körperhaltung und Wohlfühlen)", Medizin-Webseiten [www.listaippocrate.it](http://www.listaippocrate.it) und [www.scienzaeprofessione.it](http://www.scienzaeprofessione.it) (2007)
- Chetta G., "Il Sistema Connettivo: dalla PNEI alla PNECI (Das Konnektivensystem: von der PNEI bis zur PNECI)", Medizin-Webseite [www.listaippocrate.it](http://www.listaippocrate.it) (2007)
- Ferrante A., "Manuale pratico di terapia miofunzionale", Marrapese editore (2004)
- Formia M., "Il meccanismo che sostiene corpo e psiche" (2009)
- Gabbiani G.; "Evolution of the Myofibroblast Concept", Fascia Research Congress, Boston (2007)
- Gabbiani G.; "The myofibroblast in wound healing and fibrocontractive diseases", J of Pathology, 200(4):500-3 (2003).
- Godelieve D., S., "Le Manuel du méziériériste", Tome I, Editions Frison-Roche, Paris (1995)
- Gracovetsky S., "The Spinal Engine", Springer-Verlag/Wien (1988)



- Hutton W. C., Adams M.A., “Can the lumbar spine be crushed in heavy lifting?” *Spine* 7, pp. 586-590 (1982)
- Hynes R, "Integrins: bidirectional, allosteric signaling machines", *Cell* **110** (6): 673-87 (2002)
- Ingber D., “The architecture of life”, *Scientific American* January 1998: 48-57
- Myers T., “”Anatomy Trains”, Elsevier Science Limited (2002)
- Myers T., “The Opinionated Psoas”, *Associated Bodywork and Massage Professionals magazine* (2001)
- Nachemson A. L., “Disc pressure measurements”, *Spine* 6 (1), pp. 93-97
- Nachemson A., Elstrom G., “Intravital dynamic pressure measurements in lumbar discs” *Scand J Rehabil Med [Suppl]* 1, pp. 1-40 (1970)
- Pacini T., “Studio della postura e indagini baropodometrica”, *Chimat* (2000)
- Paparella Treccia R., “L'uomo e il suo moto”, *Verduci Editore* (1988)
- Paparella Treccia R., “Il piede dell'uomo”, *Verduci Editore* (1978)
- Schleip R., Fascial palsticity – a new neurobiological explanation“, *J of Bodywork and movement therapies*, January 2003 pp. 11-19 (part 1), April 2003 pp. 104-116 (part 2)
- Stecco L., “Manipolazione della fascia”, *Piccin* (2002)
- Still A. T., “Philosophy of Osteopathy”, *Academy of Osteopathy*, Kirksville, MO (1899)
- Willard F., "Facial Continuity: Four Fascial Layers of the Body", *Fascia Research Congress*, Boston (2007)
- Winkelmann W., “Stellenwert der Rückenformanalyse in der Therapie von Wirbersäulendeformitäten“, *Westfälischen Wilhelms-Universität Münster* (2003)