

3D MJERENJE FUNKCIONALNOG STANJA KRALJEŠNICE I POSTURALNIH SVOJSTAVA NE- IONIZIRAJUĆOM TEHNIKOM

Moreno D'Amico^{1,2}, Stanislav Peharec³ i
Daniela Radešić³

Izvorni znanstveni članak

UDK: 615.8:621.317

: Primljeno: 14.7.1997

Prihvaćeno: 18.12.1997

¹CETRA Clinica Villa Pini d'Abruzzo, Via dei Frentani 228 Chieti, Italija

²Bioengineering & Biomedicine Company, Via F. Verrotti 38 65126 Pescara, Italija

³SANUS Centar, hotel Histria Punta Verudela, 52100 Pula, Hrvatska

Sažetak

U procjeni lumbalgije vrlo je važno imati mogućnosti za kvantifikaciju progresivnih dugoročnih modifikacija posture, za detektiranje gubitaka fiziološkog oblika kralješnice kao i gubitaka funkcionalnosti i/ili kratkoročnih deformiteta kralješnice te blokada izazvanih antalgicnim kontrakturama u akutnim bolnim stanjima. U stvari, takve informacije povezane s cjelovitom kliničkom dijagnostikom (rendgenske zrake, CAT-skan, NMR), koja otkriva detaljan unutarnji anatomski status kralješničnoga stupa (protruzija diska, disk hernija, artroza itd.) omogućuju planiranje terapijske intervencije kao i kontinuirano praćenje učinkovitosti posebno razvijane terapije. Svrha je ovog rada prikazati posebno razvijen postupak za ekstrakciju različitih kliničkih parametara i potpuni trodimenzionalni opis posture i oblika kralješnice korištenjem nove ne-ionizirajuće tehnike.

Glavne riječi: lumbalgija, biomehanika kralješnice, 3D ne-ionizirajuća optoelektronička mjerenja, algoritam obrade signala

Abstract:

THE MEASUREMENT OF THE FUNCTIONAL STATE OF LOW BACK PAIN THROUGH A 3D NON-IONISING TECHNIQUE

In the evaluation of low back pain, it is very important to have the ability to quantify the progressive long-term posture modification of a patient by detecting the loss of physiological shape of the spine, as well as the loss of functionality and/or short-term spinal deformities and blocks due to an antalgic contracture in acute inflammatory pain. In fact, this kind of information, coupled with eidological analysis (X-Ray, CAT Scan, NMR) giving a detailed anatomical internal status of the rachis (disc protrusion, herniated disk, arthrosis, etc.), allow the physician to plan a therapeutical intervention, as well as to continuously monitor the efficacy of the therapy applied. The aim of this paper is to present a specially developed procedure for the extraction of various clinical parameters and a complete 3D description of the posture and spine shape by using a new non-ionising technique.

Keywords: low back pain, biomechanics of spine, 3D non-ionising opto-electronic measurements, signal-processing algorithm.

Uvod

Kronična lumbalgija godišnje pogađa milijune ljudi i povezana je sa značajnim oštećenjem fizičkoga i psiho-socijalnoga funkcioniranja. Smatra se kako je kronični doživljaj boli multidimenzionalni sindrom izazvan mnogim različitim uzrocima na koje utječu različiti socijalni i okolinski čimbenici, predispozicije organizma i osobine ličnosti (Nachemson, 1980; (NIOSH), 1981; Spitzer i sur., 1987; Ackerman i Stevens, 1989; Feuerstein i sur., 1985). Za najmanje 80% populacije, bez obzira na spol, postoji vrlo velika vjerojatnost da će tijekom života izravno doživjeti epizodu "križobolje" (Nachemson, 1980; (NIOSH), 1981; Spitzer i sur., 1987). Etiologija lumbalgije predstavljala je zagonetku i kliničarima i ostalim zdravstvenim

radnicima. Bilo je mnogo pokušaja da se pronađu zajednički činitelji koji povezuju lumbalgiju s preciznom etiologijom, ali podaci su često bili nesuglasni. Tako je Nachemson (1980) utvrdio da se samo 2% svih slučajeva može precizno dijagnosticirati, dok su Spitzer i suradnici (1987) procijenili kako je 85% epizoda lumbalgije nespecifično. Zaključili su kako "je velika većina tih problema izvorno mehanička, ali ne može ih se identificirati s obzirom na uključene strukture niti s obzirom na prirodu nedostatka". Ipak, razvijeni su višemodalni programi liječenja u nastojanju da se pristupi prisutnim fizičkim, psihološkim i okolinskim komponentama (Ackerman i Stevens, 1989; Waddell, 1987; Langrana, 1984; Feuerstein i sur., 1985). No, da bi se ostvarila efikasna rješenja, treba planirati svakom bolesniku individualno

prilagođeno liječenje te pažnju usmjeriti više na njegovo funkcionalno stanje, nego na anatomske status koji, kako je prije naglašeno, može biti nespecifičan. Sva ta razmatranja dovode do zaključka da, što je više uzroka, to je teže provoditi analizu radi postizanja jasne dijagnoze i usredotočenja na liječenje ili čak i razumjeti i pratiti rezultate liječenja. Ta je činjenica potaknula snažan razvoj tehnoloških rješenja za poboljšanje faze procjene. Recentni napredak u eidologiji, tj. u dijagnostičkoj tehnologiji zasnovanoj na obradi slike, poput rendgena, CAT-skana, MRI, izazvao je istinsko poboljšanje u dobivanju sve bolje anatomske delinacije i/ili veću točnost u detekciji stupnjeva oštećenja uključenih struktura u procjeni lumbalgije. I obratno, unatoč tehnološkom napretku, pozitivni nalazi iz tih tehnika slikovnog prikaza nalaze se i u velikom broju asimptomatskih ispitanika, što pojačava koncept o nespecifičnosti anatomske slikovne pristupa. Štoviše, izuzev metodologije dinamičkog rendgena, niti jedna od tih tehnika nije u mogućnosti dati informaciju o funkcionalnom stanju kralješničnoga stupa i pripadnoj bolesnikovoj posturi. Zbog svega toga, svrha je ove studije bila iskoristiti široki raspon biomehaničkih karakterizacija koje omogućuju novi pristup temeljeni na 3D (trodimenzionalnim) ne-ionizirajućim mjernim sustavima, što rade u stvarnom vremenu, i procijeniti njihovu primjenljivost u kliničkom okruženju za procjenu lumbalgije, planiranje i praćenje liječenja. U stvari, ne-ionizirajući sustavi, povezani sa sofisticiranim, posebno razvijenim računalnim postupkom ASAP (Automatic Spine Analysis and Posture) (D'Amico i sur., 1995; D'Amico, 1996; D'Amico i Roncoletta, 1997), koji je u mogućnosti sprovesti punu 3D - rekonstrukciju bolesnikove posture i u statičkim i u dinamičkim uvjetima, korišteni su za kvantitativno upotpunjenje standardnog rutinskog algoritma kliničke procjene, kakva se obično provodi u našim rehabilitacijskim centrima.

Metodologija

Razvijena procedura u mogućnosti je analizirati trodimenzionalna mjerenja koja proizlaze iz ne-ionizirajućih optoelektroničkih sustava za analizu pokreta.

Klinički protokol (D'Amico i sur., 1995; D'Amico, 1996) oblikovan je tako da korektno identificira 3D - posturalni status ispitivanog bolesnika, usmjerujući pozornost na kralješnicu i njeno međudjelovanje s ostalim dijelovima tijela, poput zdjelice, nogu, ramena itd. Da bi se to postiglo, koristili smo 27 malih neinvazivnih polukuglastih pasivnih oznaka smještenih na različite anatomske

karakteristične tjelesne točke. Kralješnica se identificira s pomoću 11 oznaka smještenih na spinoznim nastavcima od C7 distalno do S3 na svaki drugi kralješak; preostale oznake na bolesnikovim leđima smještene su dvije na akromion, dvije na SIPS, dvije na stražnju stranu koljena i dvije na pete, dok se s prednje strane oznake stavljaju na dvije zigomatičke kosti, na mentum, tri na sternum i dvije na SIAS. Optoelektronički uređaj je sustav AUSCAN, opskrbljen s dva para CCD - kamera koje pokrivaju bolesnika s leđa i sprijeda, a opisan je u Assente i suradnici, 1987. te D'Amico i suradnici, 1995. U svakom slučaju, važno je podvući da su prihvaćeni protokol i procedura vrlo općeniti i neovisni o konkretnom sustavu za analizu pokreta. U stvari, minimalni uvjet koji instrumentarij mora zadovoljiti da bi se korektno primijenila procedura ASAP, barem za 3D - identifikaciju kralješnice, jest mogućnost da se istovremeno zahvati najmanje 13 tjelesnih markacija, onih kralješnice plus SIPS-a.

U standardnom se protokolu podaci prikupljaju (akvizicija podataka) i statički i dinamički. Slika 1 prikazuje općenitu shemu globalne procedure ASAP. Slijedeći tu shemu, ukratko ćemo opisati glavne faze obrade.

Mjerenje

U svakom mjerenom statičkom pokušaju od bolesnika sa zahtijeva da održava neutralni (indiferentni) ortostatski stojeći stav u trajanju od 1 s (u AUSCAN - sustavu to odgovara 100-tini 3D - mjerenja - D'Amico i sur., 1995). Dinamički pokušaj sastoji se od skupa pokušaja laterofleksije trupa u kojima se od bolesnika zahtijeva da, počevši od neutralnog ortostatskoga položaja, dosegne maksimalnu lateralnu fleksiju; u tom je slučaju vrijeme proizvoljno (D'Amico i sur., 1995). Kao standardni protokol ustanovili smo zahvaćanje najmanje 5 statičkih mjerenja po svakoj definiranoj statičkoj poziciji (poput neutralnog ortostatskog položaja, korigiranoga uspravnoga stava, ante-retroverzije zdjelice itd.) i 3 lateralna savijanja po svakoj strani tijela analiziranog bolesnika (D'Amico i sur., 1995; D'Amico i Roncoletta, 1997).

Usrednjavanje

Nakon što su sirovi podaci prikupljeni, provodi se 3D - rekonstrukcija iz dvodimenzionalnih projekcija TV - kamera radi izračunavanja 3D - prostornih koordinata svake označene tjelesne markacije. Na tim se podacima dalje provodi usrednjavanje, za svaki statički pokušaj, preko svih 100 mjerenja. Tijekom postupka usrednjavanja,

prije nego što se prosljedi dalje u izračunavanje srednje vrijednosti, matematičkim se putem provodi ispravno "poravnavanje" tijela radi procjene samo varijacija oblika kralješnice i otklanjanja artefakata uslijed bolesnikova gibanja. To se dobiva definiranjem sustava bolesnikove kralješnične osi (slika 2). Kao prvo, definira se frontalna ravnina kao vertikalna ravnina koja prolazi kroz bolesnikov PSIS, a tada se definiraju sagitalna i horizontalna ravnina kao ravnine međusobno ortogonalne na frontalnu, pri čemu je prva okomita i prolazi kroz središnju točku između PSIS-a, a druga je paralelna s podlogom. Kada je bolesnikova kralješnična os jednom definirana, njegove se rotacije i translacije tijekom prikupljanja podataka mogu ukloniti "poravnavanjem" svih mjerenja po svakoj zahvaćenoj slici na bolesnikovu frontalnu ravninu i njihovim translacijama u 3D - prostor, s ciljem da oznaka S3 na svim slikama dođe u koincidentnu poziciju. U dinamičkom slučaju obrada je ista, međutim, primijenjena na svaku sliku razmatranog dinamičkog pokušaja ili na srednju vrijednost slike s maksimalnom lateralnom fleksijom svih omolateralnih savijanja (D'Amico i Roncoletta, 1997; D'Amico i sur., 1997). Daljnje usrednjavanje može se primijeniti na svih 5 dobivenih slika po svakoj statički definiranoj posturi. Tako konačna procjena bolesnikova kliničkoga statusa ovisi o nekoliko stotina 3D - mjerenja njegova kralješničkog oblika i posturalnoga stava (najmanje 500 za neutralni ortostatski stav) (D'Amico i Roncoletta 1997). To omogućava pouzdaniju procjenu uz pomoć kvantitativnog opisa i intrinzične varijabilnosti bolesnikova posturalnoga funkcioniranja. I u slučaju testova savijanja, kada se razmatra prosječna maksimalna lateralna fleksija, važna se informacija može ekstrahirati iz analize varijabilnosti (ili gubitka varijabilnosti, t.j. blokade) u izvedbi pokreta.

Obrada signala i ekstrakcija kliničkih parametara

Nakon faze mjerenja, sirovi se podaci obrađuju s pomoću posebno razvijenog, vrlo sofisticiranog algoritma obrade signala temeljenoga na modificiranoj i poboljšanoj verziji procedure LAMBDA (Linear Phase Autoregressive Model Based Derivative Assessment), prikazane u D'Amico i Ferrigno, 1990. i D'Amico i Ferrigno, 1992. Algoritam predstavlja jezgru procedure ASAP-a i omogućava, iz usrednjenih mjerenja položaja kralješničnih oznaka, matematičko identificiranje 3D - krivulje kralješnice. Iz tog modela moguće je ekstrahirati različite 3D - parametre koji opisuju karakteristike statičkog

oblika spinalne krivulje i/ili njenog dinamičkog oblika tijekom pokreta lateralnoga savijanja u 3D - prostoru. Iz njih se kasnije izvode različiti, uobičajeno korišteni klinički parametri bliski onima koji se obično računaju za radiografske slike, i za frontalnu i za sagitalnu ravninu.

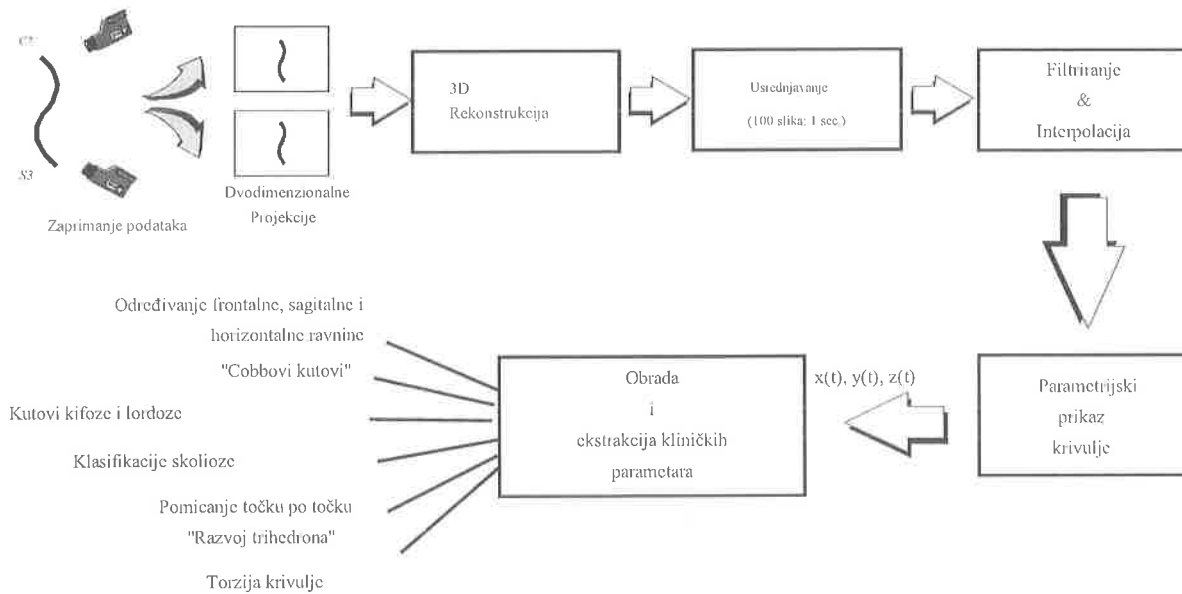
Analitički i matematički opisi svih postupaka prelaze okvire ovog rada u kojemu naglašavamo samo njihova najvažnija svojstva. Procedura se odvija kroz različite korake: prvo se provode identifikacija i izgladivanje podataka triju parametrijskih funkcija $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ (pri čemu $t = 0$ predstavlja parametar), da bi se dobio analitički parametrijski prikaz usrednjene prostorne krivulje. Daljnjom obradom te funkcije provodi se ekstrakcija nekolicine 3D - parametara, između kojih pamtimo: globalnu i lokalnu zakrivljenost s pripadnom kružnicom i radijusom, globalnu i lokalnu torziju, točkastu orijentaciju tangente, glavne okomice i bi-okomice prostorne krivulje te triju međusobno okomitih ravnina, identificiranih s pomoću tangente i okomica - tj. tzv. "gibajući thiredron" - (vidjeti sliku 2), ravninu deformiteta i različite druge (D'Amico i Roncoletta, 1997; D'Amico i Roncoletta, 1997).

Konačni rezultat vodi do potpune 3D - analize oblika kralješnice, koja je analiza uvjet za ispravan opis i biomehaničku karakterizaciju spinalne patologije.

Iz 3D - rekonstrukcije izvode se svi 2D - klinički parametri koji se izvode prema onima obično računatim prema radiografskoj slici (primjerice Cobbov i kifo-lordozni kutovi, pomaci - u frontalnoj i sagitalnoj projekciji - svih označenih metamera u odnosu na vertikalnu os koja prolazi kroz S3 itd.). Taj je korak potpuno automatski i odvija se kroz određivanje graničnih kralješaka koji omeđuju različite prisutne zakrivljenosti, dozvoljavajući na taj način izračunavanje kotova i za frontalnu i za sagitalnu ravninu (kako je prije definirano). Kada se analiza provodi posebno za studiju skolioze, izračunati parametri predstavljaju ulaze u postupak automatske klasifikacije različitih vrsta skolioza u skladu s kliničkom klasifikacijom prema Moeu i suradnicima (1989); u dinamičkim pokušajima klasifikacija je primijenjena na prvu sliku.

Tablica izračunatih numeričkih parametara koji donose neke informacije o posturalnom ponašanju ispitanika upotpunjuje prikaz rezultata. Na taj način omogućen je kontinuitet s rutinskom, "klasičnom" kliničkom analizom i istovremeno se na raspolaganje daje velika količina drugih parametara o stanju kralješničnoga stupa (D'Amico,

Globalna blok shema ASAP procedure



Slika 1. Općenita blok - shema globalne procedure obrade signala

1996; D'Amico i Vallasciani, 1997; D'Amico, 1996; D'Amico i Roncoletta, 1997; D'Amico i Mazzina, 1996; D'Amico i sur., 1996; D'Amico i sur., 1997). 3.

Rezultati

Da bi pojasnili posebnost ovog pristupa, opisujemo dva paradigmatiska klinička slučaja, oba karakterizirana sličnim CAT - nalazom, disk hernijom na nivou L5-S1, ali s vrlo različitim funkcionalnim ponašanjem.

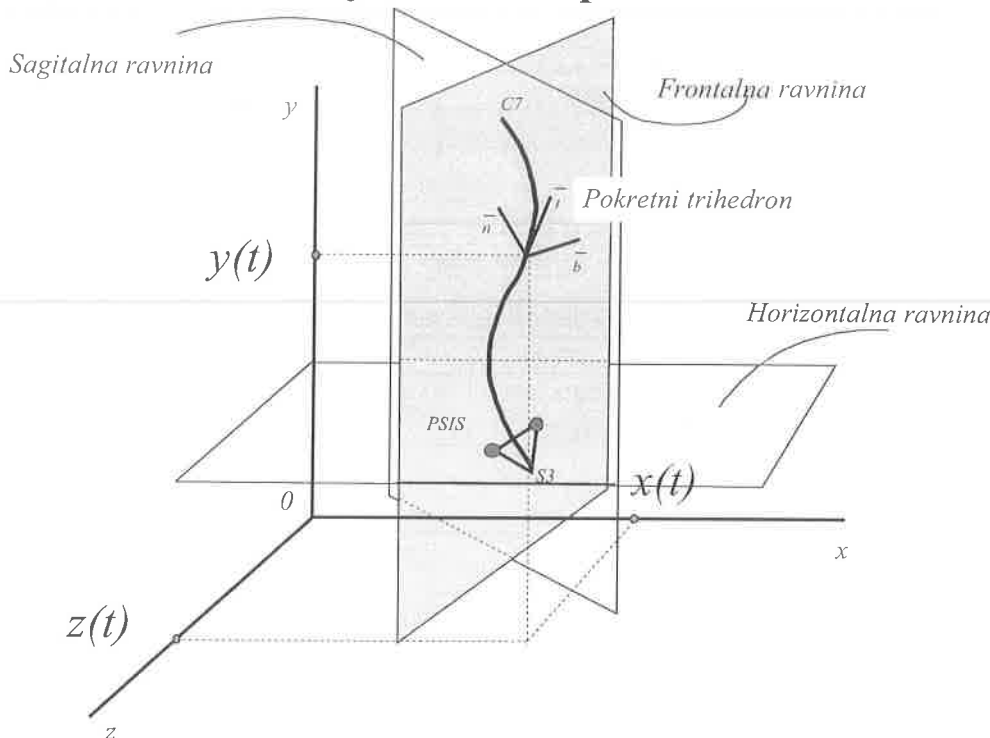
Na sljedećim slikama prikazana su kliničko-biomehanička izvješća (usrednjeni - 500 3D - mjerenja - frontalni i sagitalni oblik kralješnice u ortostatskom stojećem položaju i usrednjena maksimalna lateralna fleksija za obje strane), dobivena procedurom ASAP, obaju bolesnika s usporedbom funkcionalnoga statusa tijekom akutne lumbalgije i nakon liječenja. Očigledno je kako su, čak i uz prisutne slične povrede diska i odgovarajuće anatomske i neurološke kliničke znakove, postura i funkcija identificirane procedurom ASAP u dvojice bolesnika potpuno različite. U stvari, dok je prvi bolesnik pokazao hiperlordozu i hiperkifozu, drugi je pokazao

potpuno ravnu sagitalnu formu, s izuzetkom oštre zakrivljenosti u gornjem torakalnom području. Razlike se događaju u frontalnoj ravnini, posebno uzme li se u obzir dinamička analiza. U stvari, kako je vidljivo, drugi bolesnik pokazuje općenito slabu pokretljivost, posebno na lijevoj strani, dok prvi manifestira bolju pokretljivost, no vrlo je različito funkcioniranje na različitim razinama kada se, u pojedinog ispitanika, usporede savijanja lijevo-desno. Na kontrolnom pregledu nakon prvog terapijskog razdoblja, u oba su bolesnika klinički i neurološki znakovi potpuno nestali, 3D - mjerenja pokazala su općenito posturalno poboljšanje, popuštanje glavnih mišićnih kontraktura te bolji balans i funkciju kralješnice. U svakom slučaju, proces rehabilitacije nije završen i posturalna analiza daje sliku još prisutnog općenitog stanja neravnoteže, kako se sa slika može vidjeti, dajući tako važne indikacije za planiranje dugoročnoga poboljšanja i preventivne strategije.

Zaključci

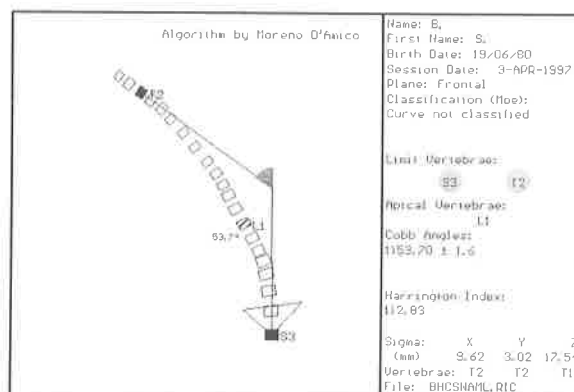
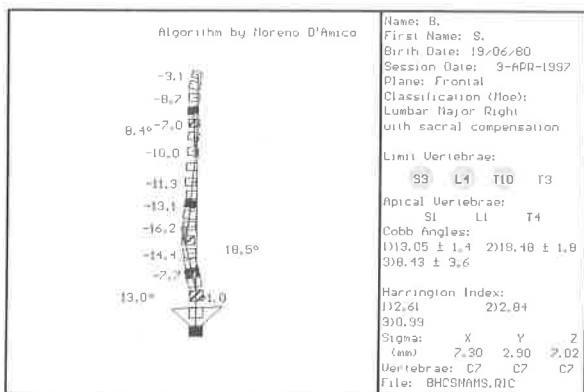
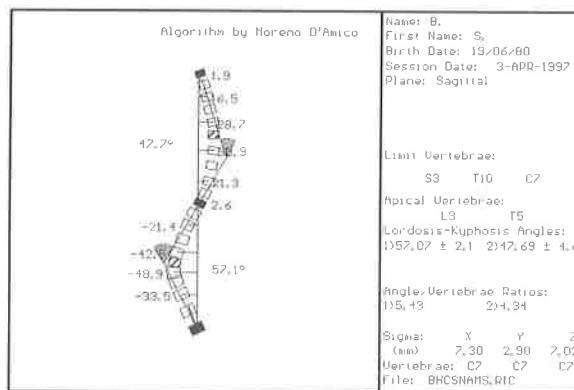
Pristup ASAP, kojime se istraživalo i globalno i inter-segmentalno motoričko funkcioniranje, pokazao se je lako primjenljivim i moćnim sredstvom što omogućava detaljan opis posture i

Apsolutni kartezijski sustav i pokretni trihedron



Slika 2. Apsolutni kartezijski sustav, bolesnikov spinalni sustav i sustav pokretnog trihedrona

pokreta, osvjetljavajući doprinos svakoga segmenta kralješničnoga stupa, ukazujući time na spinalnu funkciju i plastičnost. Pokazani su korelacija između antalgicne posture i/ili bolom izazvanih spinalnih deformiteta lociranih na različitim razinama kralješničnoga stupa i odgovarajuće razlike u različitim biomehaničkim varijablama, kao i radiografskim znakovima, CAT i MRI (tamo gdje su prisutni). Ti su se podaci pokazali vrlo korisnima za uspješan pristup i pri kratkotrajnom liječenju akutnih stanja kao i pri dugotrajnom preventivnom liječenju. Prema našem mišljenju, a prikazani primjeri to naglašavaju, iako je osnovno odrediti anatomske status uključenih struktura, etiološka analiza mogla bi biti nepotpuna ili

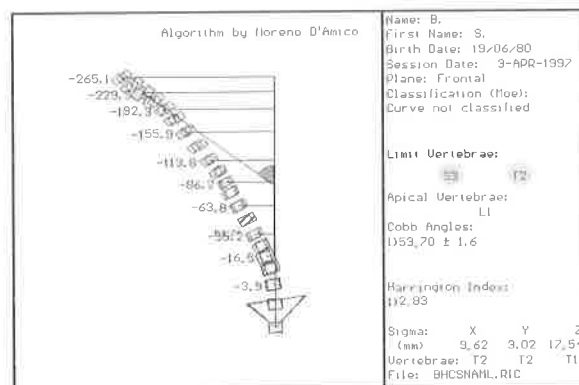
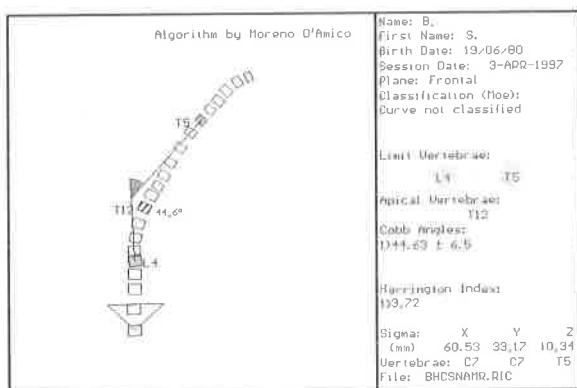


Displacements (S3)		
	FRONTAL	SAGITTAL
C7	-3.1 ± 7.1	1.9 ± 6.8
T2	-8.7 ± 6.4	16.5 ± 6.5
T4	-7.0 ± 5.8	28.7 ± 5.7
T6	-10.0 ± 4.9	30.9 ± 5.0
T8	-11.3 ± 3.7	21.3 ± 4.1
T10	-13.1 ± 2.7	2.6 ± 3.0
T12	-16.2 ± 1.6	-21.4 ± 2.4
L2	-14.4 ± 0.7	-42.5 ± 2.7
L4	-7.7 ± 0.7	-48.9 ± 2.6
S1	-1.0 ± 0.3	-33.5 ± 1.4

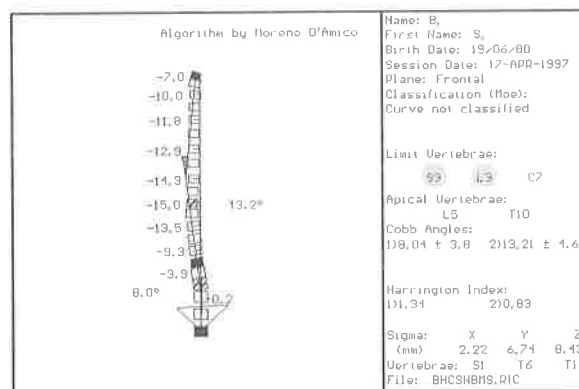
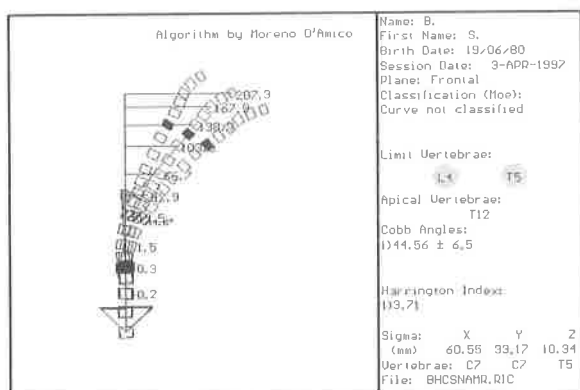
Differences (R-L)		Slopes	
FRONTAL			
SHOULDERS	-0.7 ± 6.4	0.1 ± 1.1	----
ASIS	----	----	----
PSIS	7.3 ± 0.2	Sacral Angle	25.7 ± 1.1
HEAD	----		

Rotations	
HORIZONTAL PLANE	
SHOULDERS-ASIS	----
SHOULDERS-HEELS	1.1 ± 1.7
ASIS-HEELS	----

Distances 3D	
SHOULDERS	346.01
ASIS	----
SHOULDER-ASIS [L]	----
SHOULDER-ASIS [R]	----
ASIS-PSIS [L]	----
ASIS-PSIS [R]	----
C7-S3	526.20



Slika 3. Niz slika zbirno prikazuje rezultate analize ispitanice tijekom akutne bolne epizode. Kao što se može vidjeti, u ispitanice se pokazala antalglična, u lijevo konveksno lumbalna zakrivljenost s desnom konveksnom torakalnom kompenzacijskom zakrivljenošću povezanom s asimetrijom donjih ekstremiteta, gdje je desni duži od lijevoga za oko 0.7 cm. U sagitalnoj ravni izmjereni su veliki kut sakruma prema naprijed, hiperlordoza i hiperkifoza i općenito neeuravnoteženo stanje koje pokazuje značajno oštećen posturalni stav. Štoviše, testovi lateralnoga savijanja (usrednjena maksimalna lateralna fleksija) ukazali su na blokadu u torakalno-lumbalnom dijelu kralježnice pri pokretu ulijevo, što se vidi na višoj razini na desnoj strani.

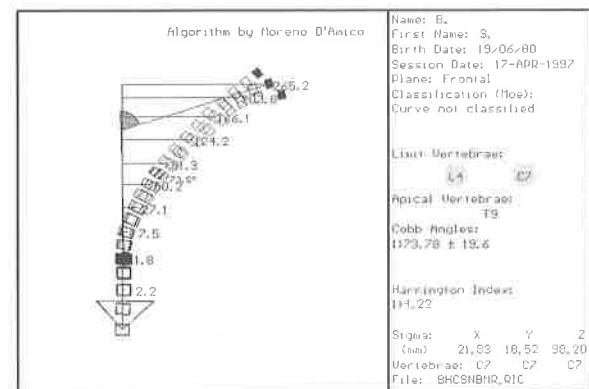
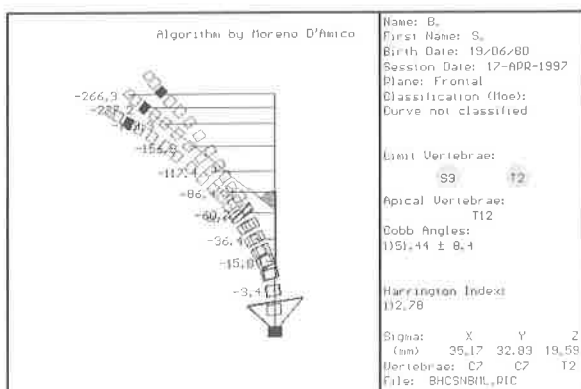
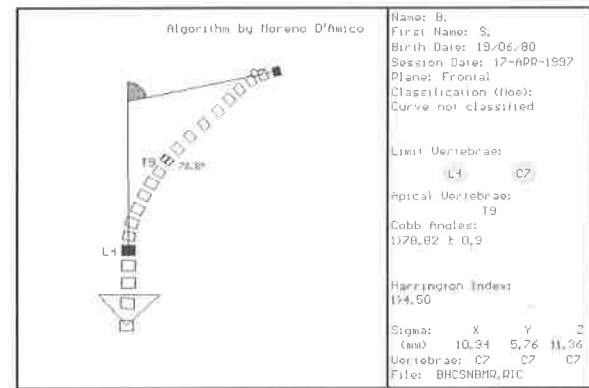
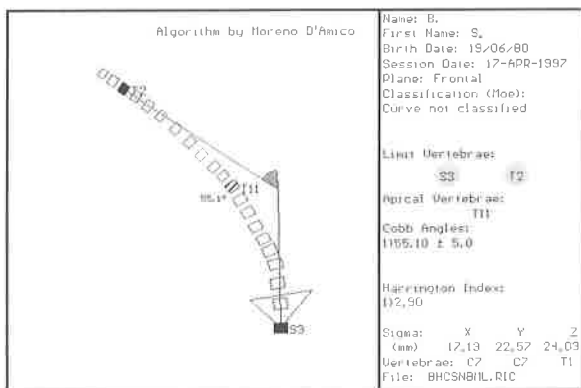


Displacements (S3)		
	FRONTAL	SAGITTAL
C7	-7.0 ± 1.0	-5.4 ± 7.4
T2	-10.0 ± 0.6	4.4 ± 7.2
T4	-11.8 ± 0.1	21.5 ± 4.6
T6	-12.9 ± 0.6	27.9 ± 4.8
T8	-14.3 ± 0.5	20.1 ± 4.5
T10	-15.0 ± 0.4	5.0 ± 5.4
T12	-13.5 ± 0.9	-18.1 ± 6.1
L2	-9.3 ± 0.5	-41.4 ± 4.6
L4	-3.9 ± 0.5	-45.7 ± 3.9
S1	-0.2 ± 1.0	-29.7 ± 3.3

Differences (R-L)		Slopes	
FRONTAL			
SHOULDERS	1.3 ± 1.7	-0.2 ± 0.3	----
ASIS	----	----	----
PSIS	5.9 ± 0.9	Sacral Angle	23.1 ± 3.0
HEAD	----		

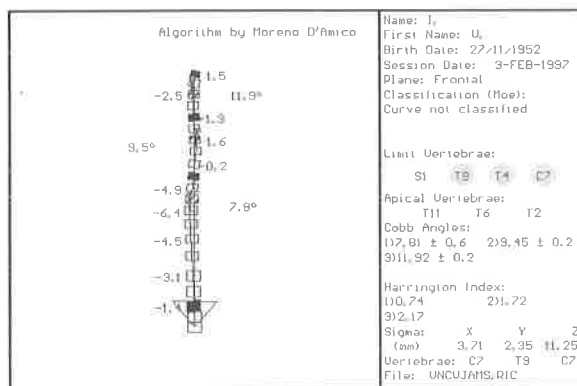
Rotations	
HORIZONTAL PLANE	
SHOULDERS-ASIS	----
SHOULDERS-HEELS	-4.8 ± 1.7
ASIS-HEELS	----

Distances 3D	
SHOULDERS	354.38
ASIS	----
SHOULDER-ASIS [L]	----
SHOULDER-ASIS [R]	----
ASIS-PSIS [L]	----
ASIS-PSIS [R]	----
C7-S3	526.95



Slika 4. Niz slika zbirno prikazuje rezultate analize ispitanice nakon dvotjednog liječenja. Subjektivni osjećaj boli bio je znatno smanjen. Više nije prisutna lijeva konveksna lumbalna krivulja, već samo niža vrijednost lijeve konveksne torakolumbalne krivulje i neravnoteža na lijevoj strani kao posljedica asimetrije donjih ekstremiteta. U sagitalnoj ravnini veliki kut sakruma prema naprijed, hiperlordoza i hiperkifoza još su prisutni, kao i općenito stanje neravnoteže. Testovi lateralnoga savijanja, iako pokazuju veću mobilnost, posebno na desnoj strani, ipak otkrivaju hipomobilnost u istim područjima kao i prethodna analiza. Ti rezultati svjedoče o poboljšanju stanja ispitanice, učvršćujući indikaciju o krucijalnim posturalnim i funkcionalnim elementima na koje treba usmjeriti terapiju.

nespecifična, pa tako ispravni pristup kliničke evaluacije i planiranja liječenja lumbalgije ne može zanemariti potpunu funkcionalnu procjenu posture i spinalne krutosti. S tom bi se namjerom pristupi koji omogućuju kvantitativnu analizu svojstava tih bolesnika, poput ovoga opisanoga u radu, trebali uključiti u faze dijagnostike i praćenja.



Name: I,
 First Name: U,
 Birth Date: 27/11/1952
 Session Date: 3-FEB-1997
 Plane: Frontal
 Classification (Moel):
 Curve not classified

Limit Vertebrae:
 S1 T8 T4 C7

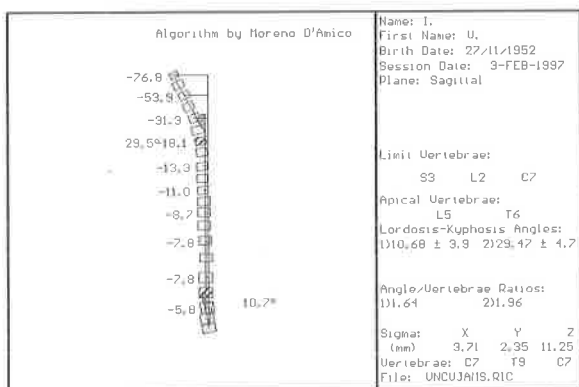
Apical Vertebrae:
 T11 T6 T2

Cobb Angles:
 117,81 ± 0,6 219,45 ± 0,2
 911,92 ± 0,2

Harrington Index:
 110,74 211,72
 912,17

Signal: X Y Z
 (mm) 3,71 2,35 11,25

Vertebrae: C7 T8 C7
 File: UNCUJAMS.RIC



Name: I,
 First Name: U,
 Birth Date: 27/11/1952
 Session Date: 3-FEB-1997
 Plane: Sagittal

Limit Vertebrae:
 S3 L2 C7

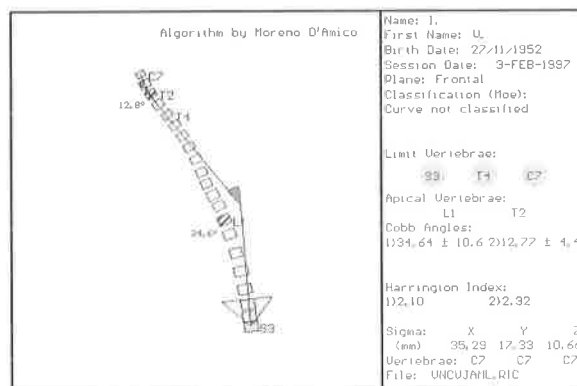
Apical Vertebrae:
 L5 T6

Lordosis-Kyphosis Angles:
 110,68 ± 3,9 2129,47 ± 4,7

Angle/Vertebrae Ratios:
 111,64 211,96

Signal: X Y Z
 (mm) 3,71 2,35 11,25

Vertebrae: C7 T8 C7
 File: UNCUJAMS.RIC



Name: I,
 First Name: U,
 Birth Date: 27/11/1952
 Session Date: 3-FEB-1997
 Plane: Frontal
 Classification (Moel):
 Curve not classified

Limit Vertebrae:
 S3 T4 C7

Apical Vertebrae:
 L1 T2

Cobb Angles:
 1134,64 ± 10,6 2112,77 ± 4,4

Harrington Index:
 112,10 212,32

Signal: X Y Z
 (mm) 35,29 17,33 10,66

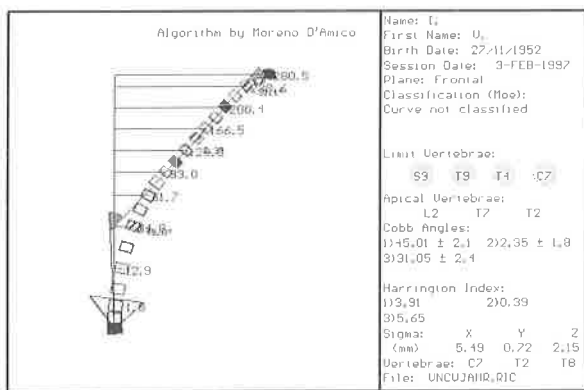
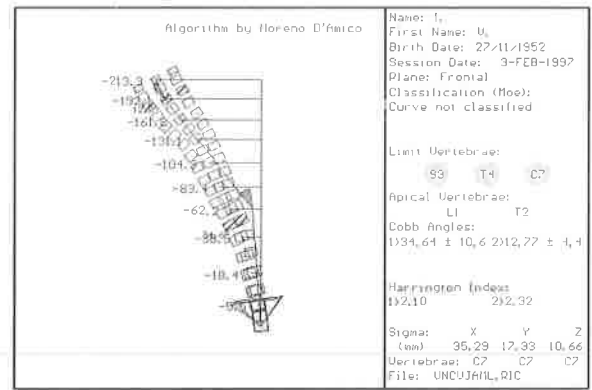
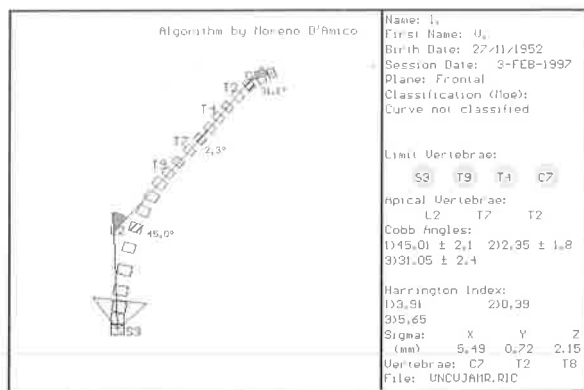
Vertebrae: C7 C7 C7
 File: UNCUJAMS.RIC

Displacements (S3)		
	FRONTAL	SAGITTAL
C7	0.7 ± 2.8	-77.8 ± 10.8
T2	-2.7 ± 2.2	-54.2 ± 7.1
T4	-1.6 ± 1.4	-31.8 ± 5.0
T6	1.2 ± 1.5	-18.6 ± 4.1
T8	-0.5 ± 1.6	-13.7 ± 3.8
T10	-5.2 ± 1.6	-11.4 ± 3.0
T12	-6.7 ± 1.9	-9.1 ± 2.3
L2	-4.8 ± 1.0	-8.2 ± 2.4
L4	-3.4 ± 0.1	-8.3 ± 2.3
S1	-1.9 ± 0.5	-6.6 ± 1.6

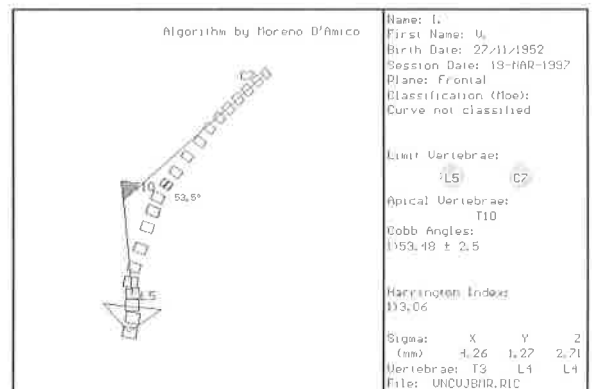
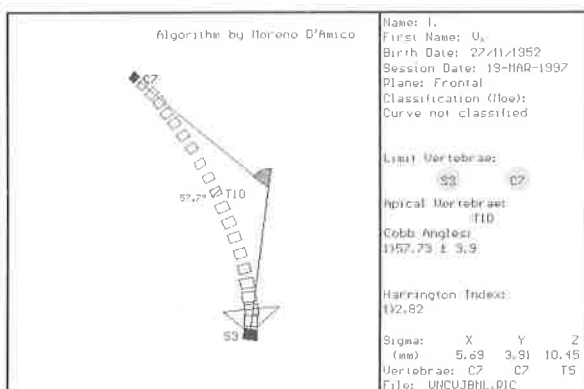
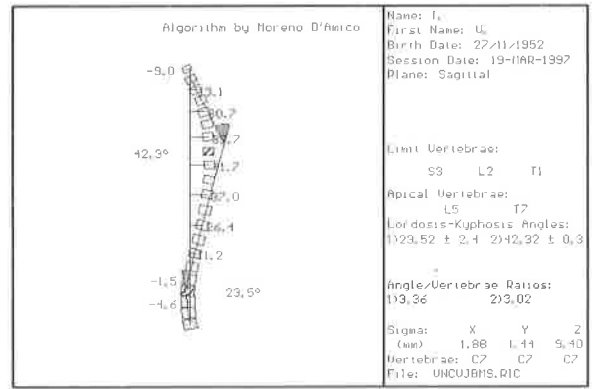
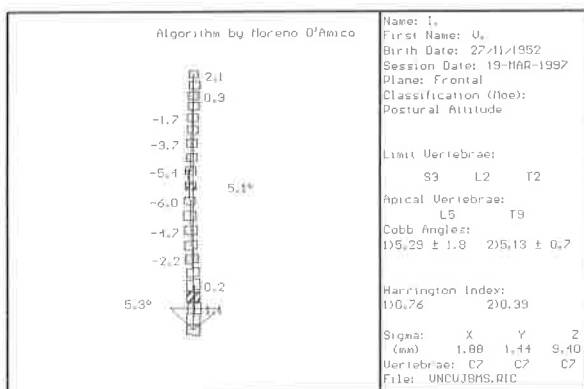
Differences (R-L)		Slopes	
FRONTAL			
SHOULDERS	-12.0 ± 2.9	1.8 ± 0.4	----
ASIS	----	----	----
PSIS	-1.5 ± 0.6	Sacral Angle	10.3 ± 3.4
HEAD	----		

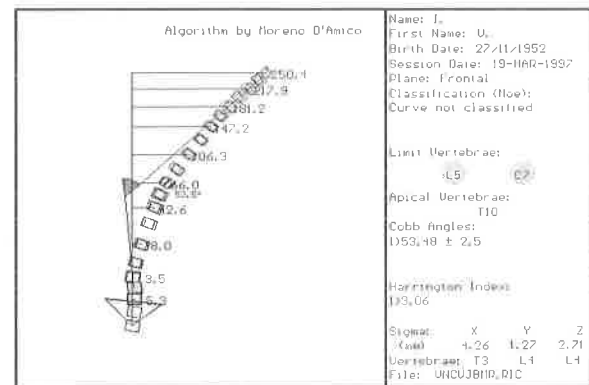
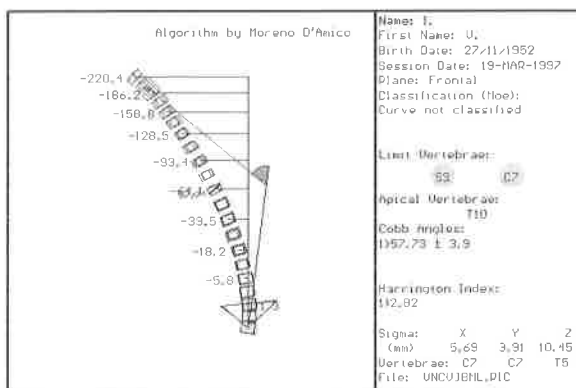
Rotations HORIZONTAL PLANE	
SHOULDERS-ASIS	----
SHOULDERS-HEELS	10.5 ± 1.3
ASIS-HEELS	----

Distances 3D	
SHOULDERS	382.79
ASIS	----
SHOULDER-ASIS [L]	----
SHOULDER-ASIS [R]	----
ASIS-PSIS [L]	----
ASIS-PSIS [R]	----
C7-S3	561.80



Slika 5. Niz slika zbirno prikazuje rezultate analize ispitanika tijekom akutne bolne epizode, Kao što se može vidjeti, u ispitanika se prikazalo vrlo različito posturalno stanje u odnosu na prethodno. Evidentne su dvije zakrivljenosti u gornjoj torakalnoj regiji kao i mala u lumbalnoj regiji, u frontalnoj ravnini, dok važna antalglična ravna blokada, koja se događa od sakruma do T6, gdje je prisutna oštra promjena zakrivljenosti, može biti detektirana u sagitalnoj ravnini. Segment T6-L5 iznenađujuće je gladak, lordoze praktički nema, a kifoza je ograničena na područje iznad razine T6. Također je očigledna nestabilnost prema naprijed. Testovi lateralne savitljivosti potvrđuju općenito stanje "zaleđenosti" s osjetnim smanjenjem lateralnog opsega pokreta, pri čemu je lijeva strana kruća od desne.





	Displacements (S3)	
	FRONTAL	SAGITTAL
C7	0.8 ± 1.5	-10.0 ± 9.3
T2	-0.6 ± 0.9	12.6 ± 7.3
T4	-2.5 ± 0.6	30.2 ± 4.8
T6	-4.5 ± 0.8	39.2 ± 2.8
T8	-6.2 ± 1.0	41.2 ± 2.5
T10	-6.8 ± 1.1	36.5 ± 3.2
T12	-5.5 ± 1.0	25.9 ± 3.8
L2	-3.1 ± 1.0	10.6 ± 3.1
L4	-0.8 ± 1.0	-2.1 ± 2.4
S1	0.3 ± 0.8	-5.3 ± 2.1

	Differences (R-L)		Slopes	
	FRONTAL			
SHOULDERS	4.3 ± 2.2	-0.6 ± 0.3	---	---
ASIS	---	---	---	---
PSIS	-1.9 ± 0.5	Sacral Angle	6.9 ± 4.6	---
HEAD	---	---	---	---

Rotations HORIZONTAL PLANE	
SHOULDERS-ASIS	---
SHOULDERS-HEELS	13.3 ± 2.2
ASIS-HEELS	---

Distances 3D	
SHOULDERS	393.61
ASIS	---
SHOULDER-ASIS [L]	---
SHOULDER-ASIS [R]	---
ASIS-PSIS [L]	---
ASIS-PSIS [R]	---
C7-S3	544.12

P for print - Esc to go back

Slika 6. Niz slika zbirno prikazuje rezultate analize nakon razdoblja od oko 6 tjedana liječenja. I frontalna i sagitalna ravnina vrlo su različite i, konkretno, sagitalni oblik kralješnice sada predstavlja krivulje lordoze i kifoze, prije odsutne. No, u svakom slučaju, lumbalna lordoza još je uvijek vrlo kratka i smanjena iznosa, dok torakalna kifoza obuhvaća dugi segment koji predstavlja neravnotežu prema natrag. Testovi lateralnoga savijanja potvrđuju poboljšanu pokretljivost (potvrđenu također i klinički u savijanju prema naprijed), posebno na lijevoj strani, gdje je funkcija izgladenija i kontinuiranija, dok su na suprotnoj strani još prisutne manje krutosti. I statičke i dinamičke karakteristike daju indicaciju za primjenu dugotrajne terapije s ciljem poboljšanja i stabiliziranja dobivenog rezultata i prevenciju mogućih recidiva.

Slučaj #1: ime: B.S., spol: ženski, starost 16.

Klinički status: Kao rezultat pregleda CAT - skanom bilo je utvrđeno da se u bolesnice prikazala disk hernija na razinama L4-L5 i L5-S1 s masivnim ispadom na razini L5-S1, posebno u desnom dorzalnom području, s važnom stenozom spinalnog foramina. Subjektivno je prisutan akutni osjet boli, posebno u desnom lumbalnom području, koji se širi do desnoga koljena i pete. Pozitivan je znak Lasegue na 30° kao i pozitivni protu-Lasegue znak. Smanjena dorzifleksija desnoga stopala. Bolesnica je imala tegobe u trajanju od oko tri mjeseca i došla je na naš pregled s indicacijom za kirurški tretman.

Slučaj #2: ime: I.V., spol: muški, starost 44.

Klinički status: U vrijeme prve procjene procedurom ASAP bolesnik je već trpio tegobe više od godine dana. Subjektivno je bio prisutan osjećaj boli tijekom tri tjedna koja su prethodila pregledu. Pomoću CAT - skana i rendgenske analize uočeni su degenerativni diskovi i smanjenje visine na razinama L4-L5 i L5-S1 - ovi posljednji su predstavljali ispad hernije kao i nadolazeću artrozu zglobova. Sužen spinalni kanal i obliteriran lateralni recessus dorzomedijalno desno. Dorzomedijalni osteofiti na L4-L5. Pozitivan Lasegue znak na 30°, smanjena dorzifleksija desnoga stopala, odsutnost refleksa Ahilove tetive na desnoj strani, nemogućnost antefleksije trupa.

Literatura

1. Ackerman M.D, Stevens M. J. (1989), Acute and chronic pain: Pain dimension and psychological status. *J. Clin. Psych.* 76: 223-228.
2. Assente R. et al. (1987), AUSCAN System: Technological Features of the New 3D Version, in (I.A.F. Stokes, J.R. Pekelsky, M.S. Moreland Ed.) *Proc. of IV Int. Sym. Surface Topography and Spinal Deformity*, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, pp.395-401.
3. D'Amico M. and Ferrigno G. (1990), Technique for the Evaluation of Derivatives from Noisy Biomechanical Displacement Data Using a Model-Based Bandwidth-Selection Procedure, *Med. & Biol. Eng. & Comput.* 28, pp.407-415.
- 4 D'Amico M. and Ferrigno G. (1992), Comparison between the More Recent Techniques for Smoothing and Derivative Assessment in Biomechanics, *Med. & Biol. Eng. & Comput.* 30, pp. 193-204.
5. D'Amico M., D'Amico G. and Roncoletta P. (1995), Algorithm for Estimation, Classification and Graphical Representation of Clinical Parameters in the Measurement of Scoliosis and Spinal Deformities by Means of Non-Ionising Device, in *Three Dimensional Analysis of Spinal Deformity* (Eds. M. D'Amico, A. Merolli, G.C. Santambrogio) *Proc. Of the 2nd Int. Sym. On 3D Scoliotic Deformities Pescara Sep. 94 IOS Press* pp. 33-38.
6. D'Amico M., Grillet C., Mariotti S. and Roncoletta P. (1995), Functional Evaluation of the Spine through the Analysis of Lateral Bending Test Kinematics by Mean of Non-Ionising Technique, in *Three Dimensional Analysis of Spinal Deformity* (Eds. M. D'Amico, A. Merolli, G.C. Santambrogio) *Proc. Of the 2nd Int. Sym. On 3D Scoliotic Deformities Pescara Sep. 94 IOS Press* pp. 197-204.
7. D'Amico M. (1996), New improved Automatic Signal Processing Procedure for the Analysis of posture by Means of Opto-electronic Device (translated in italian), *Il Trattamento della Lombalgia Stato dell'Arte* (Eds. P.Sibilla and S.Negrini), *Proc. of 1st. Congress SIRER 26-29 Oct. 1995 Milano Italy*, pp.187-196.
8. D'Amico M., Grillet C. and Vallasciani M. (1996), Quantitative Functional Evaluation of the Spine in Back Pain through Non-Ionising Technique: a Preliminary Study (translated in italian), *Il Trattamento della Lombalgia Stato dell'Arte* (Eds. P.Sibilla and S.Negrini), *Proc. of 1st. Congress SIRER 26-29 Oct. Milano Italy 1995*, pp.173-186.
9. D'Amico M. (1996), 3D Quantitative Evaluation of Spinal Deformity and Proprioceptive Perception: an Important Parameter to Focus the Therapy Planning, *2nd.Int. Congress SIRER Scoliosis, State of the Art, Barcellona 28-30 November 1996*, pp. 149-150.
10. D'Amico M. and Mazzina L. (1996), 3D Spine Morphology in Normal Young Population: A Pilot Study, *2nd. Int. Congress SIRER Scoliosis, State of the Art, Barcellona 28-30 November 1996*, pp.279-280.
11. D'Amico M., Roncoletta P. and Aprile A. (1996), 3D Biomechanical Characterisation of the Spine During Walking by Means of Opto-Electronic Device, *2nd. Int. Congress SIRER Scoliosis, State of the Art, Barcellona 28-30 November 1996*, pp. 281-282.
12. D'Amico M. and Roncoletta P. (1997), 3D Determination of spinal deformities and postural variability by Mean of Opto-electronic Device: recent algorithmic improvements, in *Research into Spinal Defromities 1* (Eds J. Sevastik, K. Diab), *Proc. of 1st Congress of International Research Society of Spinal Deformities, Stocholm June 1996*, IOS Press pp. 155-159
13. D'Amico M. and Roncoletta P. (1997), Assessment of Geometric Torsion on 3D Mathematical Curve Identifying a Scoliotic Spine Shape: a Reliable Mathematical Modeling and Filtering, in *Research into Spinal Defromities 1* (Eds J. Sevastik, K. Diab), *Proc. of 1st Congress of International Research Society of Spinal Deformities, Stocholm June 1996*, IOS Press pp. 233-237.
14. D'Amico M. and Vallasciani M. (1997): Is Spinal Deformity Proprioceptively Perceived? Analysis of Self-Correction Manouvre A Pilot Study, in *Research into Spinal Defromities 1* (Eds J. Sevastik, K. Diab), *Proc. of 1st Congress of International Research Society of Spinal Deformities, Stocholm June 1996*, IOS Press pp. 143-146.
15. D'Amico M. and Roncoletta P. (1997), Biomechanical Analysis of the Spine during Walking: a Pilot Study, in *Research into Spinal Defromities 1* (Eds J. Sevastik, K. Diab), *Proc. of 1st Congress of International*

Research Society of Spinal Deformities, Stocholm June 1996, IOS Press pp. 161-164.

16. D'Amico M., Grillet C. and Vallasciani M. (1997), Non-Ionising Opto-Electronic Measurement and X-Ray Imaging Two Complementary Technique for Spinal Deformities Evaluation and Monitoring: Results of Two Years Clinical Activity, in Research into Spinal Defromities 1 (Eds J. Sevastik, K. Diab), Proc. of 1st Congress of International Research Society of Spinal Deformities, Stocholm June 1996, IOS Press pp. 151-154.

17. Feuerstein M, Sult S, Houle M (1985), Environmental stressors and cronic low back pain: Life events, family and work environment. *Pain* 22:295-367.

18. Langrana NA, Lee CK, Alexander H, et al (1984), Quantitative assessment of back strength using isokinetic testing. *Spine* 9:287-290.

19. Moe J.H. et al. (1989), *Le Scoliosi ed altre deformità vertebrali*, Verduci Press.

20. Nachemson A. (1980), Conservative treatment of low back pain, in Jayson M. (ed): *The Lumbar Spine and Back Pain*. 2nd Ed. Pitman Medical, Tunbridge Wells, England.

21. National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) (1981), *Work practice Guide for Manual Lifting*. DHHS (NIOSH) Publication No. 81-122 Cincinnati, Ohio.

22. Spitzer W.O. et al. (1987), Scientific approach to the assessment and management of activity-related spinal disorders. A monograph for Clinicians, Report of the Quebec Task Force on spinal disorders, *Spine* pp.12-75.

23. Waddell G. (1987), A new Clinical Model for the Treatment of Low Back Pain. *Spine* 12:632-644.