

FONDAZIONE CRT



Valore per
RICERCA+
ISTRUZIONE

FONDAZIONE CRT
FONDAZIONE ISI

Progetto Lagrange
Borsa di Ricerca Applicata



Rapporto Breve

How should you sit?

EMG based ergonomics
of the sitting posture for the prevention
of musculoskeletal disorders in musicians



varier®



Supervisori:

Prof. Roberto Merletti

Prof. Marco Gazzoni

Borsista:

Ing. Paolo Cattarello

Anno 2015/16

Sommario

Abstract (English)	3
Abstract (Italiano)	5
1. Presupposti teorici e Analisi della letteratura	7
2. Obiettivi della ricerca.....	7
3. Materiali e Metodi.....	8
4. Risultati	10
5. Conclusioni e Considerazioni finali.....	14
Bibliografia	16

Abstract (English)

Study design

Cross sectional study.

Objectives

To study the sitting posture of violin and viola players with a short-term assessment of different ergonomic seats using: high-density surface electromyography techniques (HDsEMG), biomechanical and comfort indexes.

Methods

A sample of 21 musicians has been examined. It consisted of both males and females (8/13), students and professionals (14/7), violinists and violists (18/3). Each subject was asked to play for a short period of time (5 min, short-term test) on each of three seats, two of them evaluated in two different ways. In this study were considered two saddle chairs (*Move* and *Hag Capisco Puls, Varier*), one of them (*Hag Capisco Puls*) evaluated with and without backrest, and a reference seat (*O.D.E.1*) evaluated while sitting at 90° or using a position chosen by the subject. These seats have been compared by means of the following information: i) HDsEMG muscle activity (obtained from two 8x4 electrode grid and two 1x16 electrode array) of back muscles (thoracic and lumbar areas of both the right and the left side), ii) pelvic-tilt, iii) lumbar lordosis and thoracic kyphosis angles and iv) comfort (assessed by General Comfort Rating Scale, Modified Helander and Zhang's questions for comfort and discomfort assessment and Modified and associated at NRS Body Part Discomfort Scale). Some qualitative parameters, useful to compare the sample examined with the literature, have also been investigated (e.g., the presence of symptoms in the past, the usual manner of sitting).

Results

Some interesting qualitative information about the usual sitting posture of violin and viola players were deduced by looking at the subjects seated on the reference seat as they choose. Three main postures were identified: Asymmetric without back support 66% (14/21), Symmetric without back support 24% (5/21), Symmetric with back support 10% (2/21) of the sample. The comparison between the seats showed that the saddle chairs (set up with a trunk-thigh angle of 115°) lead the values of pelvic-tilt and spinal angles more similar to those measured in standing position (with or without instrument), highlighting the association between these angles. The activity of back muscles was the least on the saddle chair with lumbar support and the highest on the 90° reference seat. Letting the subjects seat as desired, a slightly higher muscle activity, compared to the one measured on the saddle chairs, has been recorded. These differences can be better underlined with a prolonged activity. Observing data on comfort rates, differences between the seats are not clear, except on 90° reference seat (usually judged uncomfortable).

Discussion and conclusions

The choice of seat, for those who play and train for long intervals, is a relevant factor for preventing Playing Related Musculoskeletal Disorders (PRMDs). The seat selection should be based on a compromise between freedom of movement, assumed posture, muscle activity and comfort. Based on the reported results and in agreement with the literature, it is possible to say that strong

interactions exist between these three parameters. Using a saddle chair which keeps a posture more similar to the one recorded in standing position, as the stool evaluated in this study (*Move*), preferably with a lumbar support (in this study evaluated on the *Hag Capisco Puls*) that has shown a statistically significant decrease of the muscular activity (not significantly affecting the comfort indexes), may be a good compromise and represents a favourable solution.

Finally, HDsEMG is an important quantitative and objective tool for assessing back muscle activity in musicians, not always in agreement with the comfort or discomfort perceived that depend on habits that may be amenable to correction.

These findings are a basis for further long term studies (hours), are still preliminary and require long-term testing to be validated.

This project has been supported in part by *Varier Furniture Srl.* which kindly provided the seats to be evaluated.

Abstract (Italiano)

Disegno dello studio

Studio osservazionale trasversale.

Obiettivi

Studio della postura seduta di violinisti e violisti con valutazione, nel breve periodo, di differenti sedute ergonomiche, attraverso tecniche di elettromiografia di superficie ad alta densità (HDsEMG), indicatori biomeccanici e di comfort.

Materiali e metodi

Si è esaminato un campione di 21 musicisti, costituito da maschi e femmine (8/13), studenti e professionisti (14/7) e violisti e violinisti (3/18). A ciascun soggetto è stato chiesto di suonare per un breve periodo di tempo (5 min, short term test) su 3 sedute, due delle quali valutate in due configurazioni differenti. Si sono considerate in questo studio due "saddle chairs" (*Move* e *Hag Capisco Puls, Varier*), di cui una (*Hag Capisco Puls*) valutata sia con che senza supporto lombare, e una seduta di riferimento (*O.D.E.I*) valutata imponendo sia una seduta a 90° che lasciando sedere il soggetto a piacere. Le sedute sono state confrontate acquisendo: i) l'attività mioelettrica (HDsEMG con due 16x1 schiere di elettrodi e due 8x4 matrici di elettrodi) dai muscoli del dorso (regioni toraciche e lombari a destra e sinistra della colonna vertebrale), ii) il pelvic-tilt, iii) gli angoli di lordosi lombare e cifosi toracica e iv) il comfort percepito (valutato con: General Comfort Rating Scale, Helander and Zhang's questions for comfort and discomfort assessment modificata e Body Part Discomfort Scale modificata ed associata alla Numerical Rating Scale (NRS)). Si sono inoltre rilevati alcuni parametri qualitativi, utili per confrontare il campione in esame con la letteratura (e.g., la presenza o meno di sintomatologia pregressa, il modo abituale di sedersi).

Risultati

Osservando i soggetti sedersi a piacere sulla sedia di riferimento, si sono potute dedurre alcune informazioni qualitative sulla postura seduta abituale di violisti e violinisti, identificando tre posture principali: Asimmetrica senza appoggio dorsale (66%, 14/21), Simmetrica senza appoggio dorsale 24% (5/21) e Simmetrica con appoggio dorsale 10% (2/21) del campione. Dal confronto tra le sedute è emerso come le saddle chairs (configurate, regolandone l'altezza, per imporre al soggetto un angolo tronco-coscia di 115°) inducano il pelvic-tilt e gli angoli del rachide ad assumere valori più simili a quelli in ortostatismo (con e senza strumento), evidenziando la correlazione tra questi due parametri. L'attività muscolare dei paravertebrali si è dimostrata minima sulla saddle chair con supporto lombare e massima invece sulla seduta di riferimento a 90°. Lasciando sedere il soggetto a piacere è stata invece riscontrata un'attività muscolare un po' maggiore rispetto a quella delle saddle chairs. Tale differenza di attività muscolare potrebbe essere meglio evidenziata dopo attività prolungata. Dal punto di vista del comfort non si sono evidenziate chiare differenze tra le sedute, se non per la seduta di riferimento a 90° (ritenuta generalmente scomoda).

Discussione e conclusioni

La scelta della seduta, per chi suona e si esercita per molte ore, è un elemento non trascurabile ai fini della prevenzione dei Playing Related Musculoskeletal disorders (PRMDs). Questa scelta deve

basarsi su un compromesso tra: libertà di movimento, postura assunta, attività muscolare e comfort percepito. Sulla base dei risultati ottenuti, ed in accordo con la letteratura, si può affermare che vi siano forti interazioni tra questi parametri. L'utilizzo di una saddle chair che mantenga una postura simile a quella in ortostatismo, come quella a sgabello valutata in questo studio (*Move*), preferibilmente con un supporto lombare (in questo studio valutato sulla *Hag Capisco Puls*) che ha dimostrato di ridurre significativamente l'attività muscolare (senza alterare troppo il comfort percepito), può considerarsi un buon compromesso e rappresentare una valida alternativa.

Infine la tecnica HDsEMG risulta essere un importante strumento di valutazione quantitativa ed obiettiva dell'attività muscolare dei musicisti, non sempre in accordo con il comfort o discomfort percepiti che dipendono da abitudini che potrebbero essere suscettibili di correzione.

Questi risultati sono la base per studi futuri sul lungo periodo (ore). Tali ulteriori studi risultano anche necessari per validare i risultati qui presentati e ottenuti su tempi brevi (pochi minuti).

Questo progetto è stato supportato in parte dalla *Varier Furniture Srl*, la quale ha gentilmente fornito le sedie che sono state valutate.

1. Presupposti teorici e Analisi della letteratura

I musicisti rappresentano una piccola classe professionale, ma con un'alta prevalenza di patologie muscoloscheletriche lavoro-correlate (Playing related musculoskeletal disorders, PRMDs). I PRMDs sono problemi di salute cronici e disabilitanti che coinvolgono la persona nella sua interezza e colpiscono prevalentemente i musicisti di musica classica [1]. Diversi studi hanno infatti rilevato che gli strumentisti, e in particolare gli archi [1], sono marcatamente esposti al rischio di sviluppare PRMDs e di soffrire, nel corso della loro carriera, di sintomatologia dolorosa (la prevalenza varia dal 73,4% al 87,7% a seconda degli studi) [2]. I PRMDs più comuni negli archi sono: disturbi muscoloscheletrici generici (69%), neuropatie compressive (19%), distonia focale (5%) ed altre problematiche (6%) [3]. L'aumentato rischio degli archi di sviluppare PRMDs sarebbe dovuto alla postura asimmetrica e al carico statico richiesto nel suonare violino, viola, violoncello e contrabbasso [2] [4]. Questi aspetti sono oggi evidenziabili in modo obiettivo con tecniche elettromiografiche che quantificano l'attività muscolare.

La prevenzione primaria risulta quindi fondamentale per intervenire sui fattori intrinseci ed estrinseci che determinano questi disturbi. I fattori intrinseci includono le caratteristiche antropometriche, la forza, il tono muscolare, la flessibilità dei musicisti e la presenza di problematiche pregresse [5]. I fattori estrinseci includono invece la tecnica, le modalità di esecuzione e le caratteristiche ambientali. Tra i principali fattori ambientali si trovano spazi angusti, scorretto posizionamento del leggio e utilizzo di sedie inadeguate [5]. A tal proposito, secondo alcuni autori [6], modifiche ambientali, quali l'utilizzo di sedie appropriate, possono ridurre drasticamente i PRMDs. Tuttavia non esistono in letteratura studi che svolgano un'analisi approfondita della postura seduta nei musicisti e non vi sono linee guida che forniscano indicazioni quantitative rispetto alle sedute per questi più adatti. Queste carenze conoscitive possono essere colmate dalle tecniche elettromiografiche non invasive oggetto di questo studio.

2. Obiettivi della ricerca

Questo lavoro, nel contesto precedentemente descritto (capitolo 1), vuole fornire indicazioni più precise (sia qualitative che quantitative) sull'ergonomia della seduta di violisti e violinisti (essendo questi tra i musicisti più soggetti a problematiche muscoloscheletriche) ponendosi le seguenti "research questions":

- Come si siedono abitualmente i violinisti e i violisti, perché? Quali sono le loro specifiche esigenze?
- Esiste una postura seduta ideale? Quali tipologie di sedie permettono di mantenere una postura il più possibile corretta anche secondo il criterio di minima attività muscolare?
- Sedute ergonomiche da ufficio possono essere valide anche per i violinisti ed i violisti? Quali soddisfano meglio i criteri di ottimo? Sarebbero opportune delle modifiche? E se sì, quali?
 - o Una seduta che induca con un angolo tronco-coscia $> 90^\circ$ (ritenuta ergonomicamente più corretta perché dovrebbe richiamare le curve fisiologiche del rachide in ortostatismo) che impatto ha sui suonatori di violino e di viola dal punto di vista della postura, dell'attività muscolare e del comfort?

- L'introduzione di un supporto lombare, su di una seduta che permetta di mantenere un angolo tronco-coscia $> 90^\circ$, può essere una buona soluzione?

3. Materiali e Metodi

Questo lavoro confronta differenti sedute ergonomiche, nel breve periodo (short term test), attraverso tre informazioni:

- L'attività muscolare dei muscoli del dorso (i.e., erettori spinali, trapezio) rilevata con tecniche quantitative di elettromiografia di superficie ad alta densità (HDsEMG) posizionando due schiere lineari 1x16 e una matrice 4x8 in ciascuno dei due emilati (totale 128 elettrodi) e indagando quattro regioni corporee (T_R , T_L , L_L , L_R) come mostrato in figura 1.
- La postura assunta, valutando:
 - L'inclinazione del bacino (pelvic-tilt), con un goniometro a braccia dai reperi anatomici SIAS-SIPS (spina iliaca antero superiore e postero superiore) (figura 4);
 - gli angoli di lordosi lombare e cifosi toracica del rachide, misurati servendosi di un cirtometro [9] (figura 5).
- Il comfort, acquisito attraverso tre differenti scale di valutazione soggettive:
 - General Comfort Rating scale (GCR);
 - Helander and Zhang's questions for comfort and discomfort assessment modificata (con punteggio da 1 a 10);
 - Body Part Discomfort (BPD) modificata ed associate a NRS (Numerical Rating Scale).

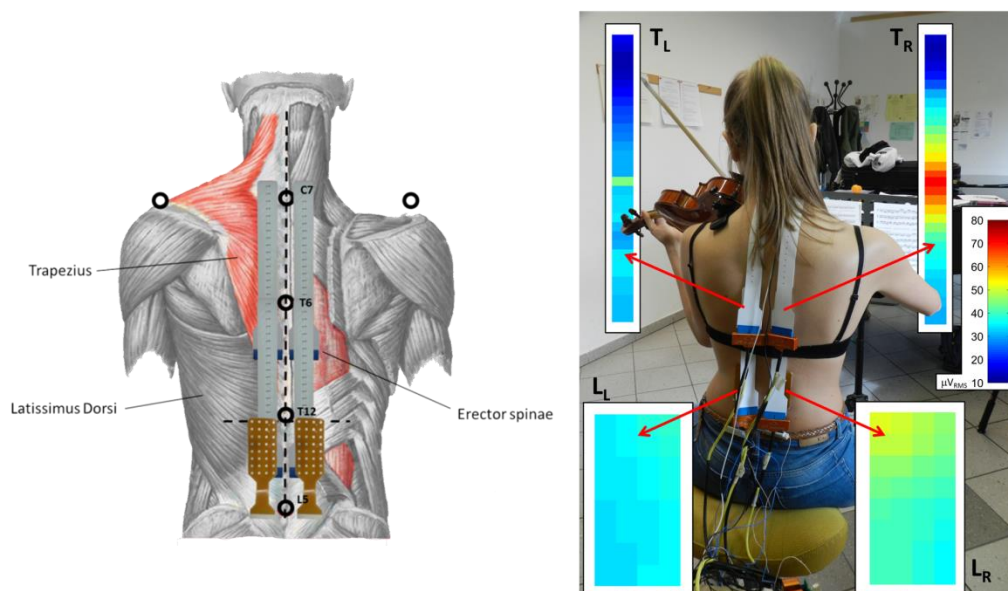


Figura 1. Posizionamento degli elettrodi per HDsEMG ed esempio di mappe dell'attività muscolare (di valore efficace (RMS) del segnale monopolare (μV)). A segnale alto (rosso) corrisponde un'attività muscolare elevata.

Si è esaminato un campione di 21 musicisti (selezionati a seguito di una valutazione posturale iniziale), costituito da maschi e femmine (8/13), studenti e professionisti (14/7) e violisti e violinisti (3/18). A ciascun soggetto è stato chiesto di suonare per un breve periodo di tempo (5 min) due brani da leggio (Studi di Kreutzer n.2 e 5) a velocità scandita da metronomo (88 bpm o adattata in base all'abilità del soggetto) su 3 sedute, due delle quali valutate in due configurazioni differenti. Le sedute considerate, visibili in figura 2, sono state:

- Sedia standard per musicisti (O.D.E.1)
 - o Imponendo a ciascun soggetto di sedersi come la sedia impone ovvero occupando tutta la seduta ed appoggiandosi allo schienale (regolato in modo da coprire il terzo inferiore della scapola). L'altezza del sedile è stata regolata in modo che l'angolo tronco-coscia (trunk-thigh angle) fosse di 90°. Questa risulta una condizione di riferimento per la letteratura. Legenda: O₉₀;
 - o Lasciando sedere il soggetto "a piacere". Condizione di riferimento per il campione. Legenda: O.

- Saddle chair a sgabello (Move con base stabile, Varier)
 - o Regolando l'altezza in modo da ottenere un trunk-thigh angle di 115°¹. Legenda: M.

- Saddle chair (HAG Capisco Puls, Varier)
 - o Senza schienale e regolando l'altezza in modo da ottenere un trunk-thigh angle di 115°.
Legenda: H;
 - o Introducendo un supporto lombare e mantenendo sempre un trunk-thigh angle di 115°.
Legenda: H_B.

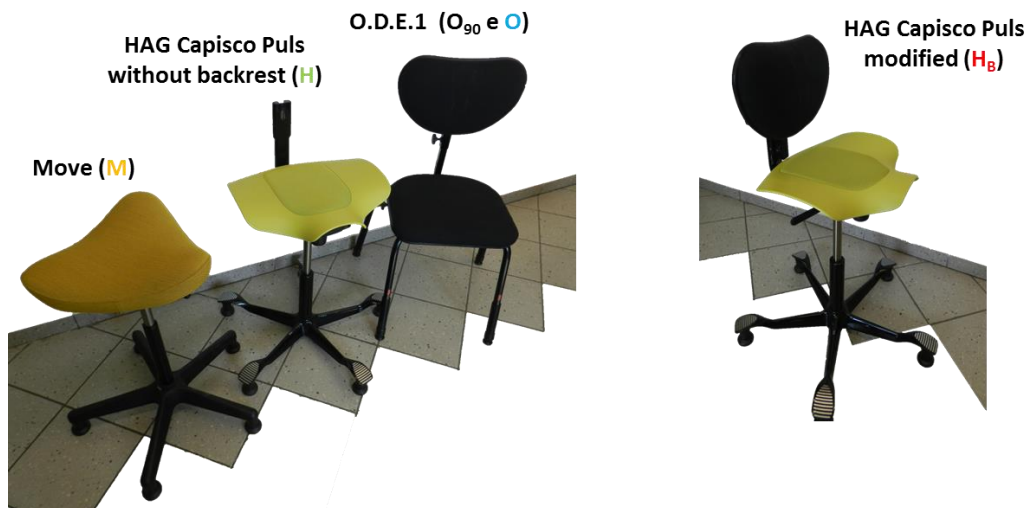


Figura 2. Sedute considerate nello studio

¹ Questo valore di angolo tronco-coscia è stato selezionato, dalle indicazioni della letteratura [7] [8], nel tentativo di preservare la lordosi lombare senza alterare eccessivamente il comfort percepito. Questo è stato misurato, servendosi di un goniometro a bracci, tra trago-grande trocantere-epicondilo laterale femorale.

4. Risultati

Osservando i soggetti sedersi a piacere sulla sedia di riferimento (O), si sono potute dedurre alcune informazioni qualitative sulla postura seduta abituale di violisti e violinisti, identificando tre posture principali (riportate in figura 3): Asimmetrica senza appoggio dorsale (66%, 14/21), Simmetrica senza appoggio dorsale (24%, 5/21) e Simmetrica con appoggio dorsale (10%, 2/21).

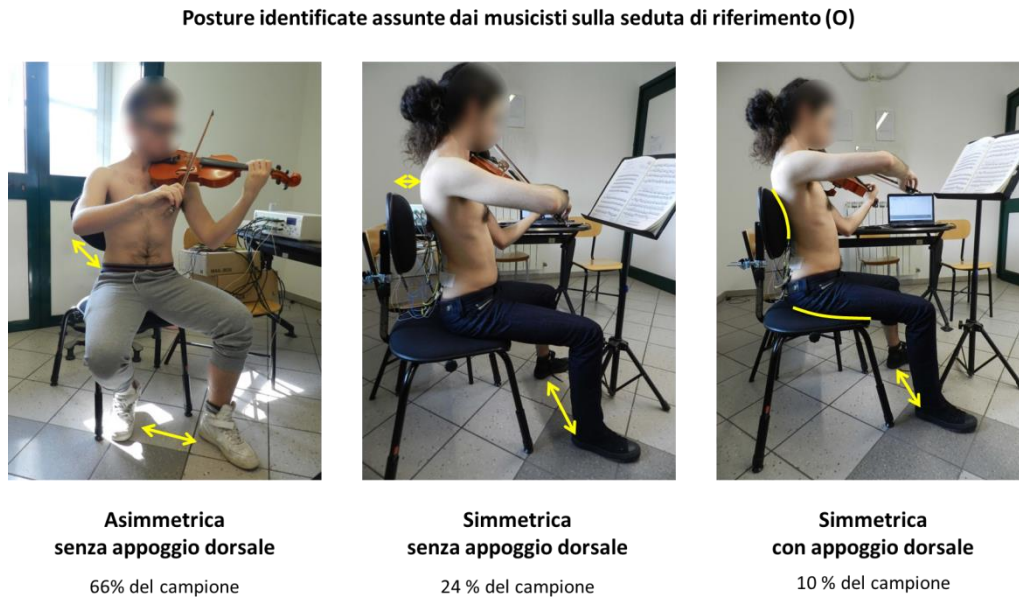


Figura 3. Posture sedute abituali identificate nel campione in esame

Dal confronto tra le sedute è emerso come le saddle chairs (M e H configurate, regolandone l'altezza, per imporre al soggetto un trunk-thigh angle di 115°) inducano il pelvic-tilt e gli angoli del rachide ad assumere valori più simili a quelli in ortostatismo (con e senza strumento), evidenziando la correlazione tra questi due parametri (figure 4 e 5).

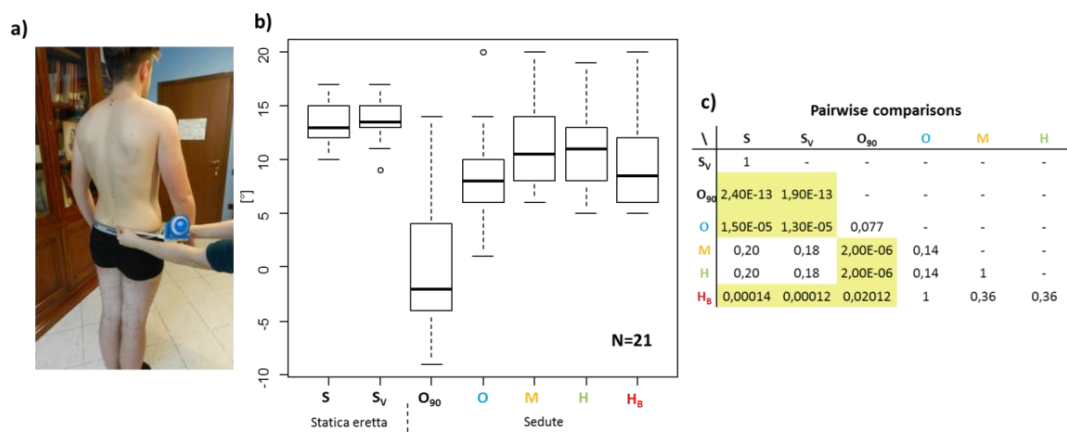


Figura 4. a) Esempio di misura di pelvic-tilt in ortostatismo. b) Box plot dei valori di pelvic-tilt (21 soggetti) per le diverse sedute e posture assunte: S= in piedi; S_v= in piedi con strumento; per la legenda delle sedute si rimanda alla Figura 2. c) Risultati della statistica inferenziale: post-hoc di Nemenyi al Friedman test. In giallo sono evidenziate le differenze statisticamente significative ($p_{value} < 0.05$).

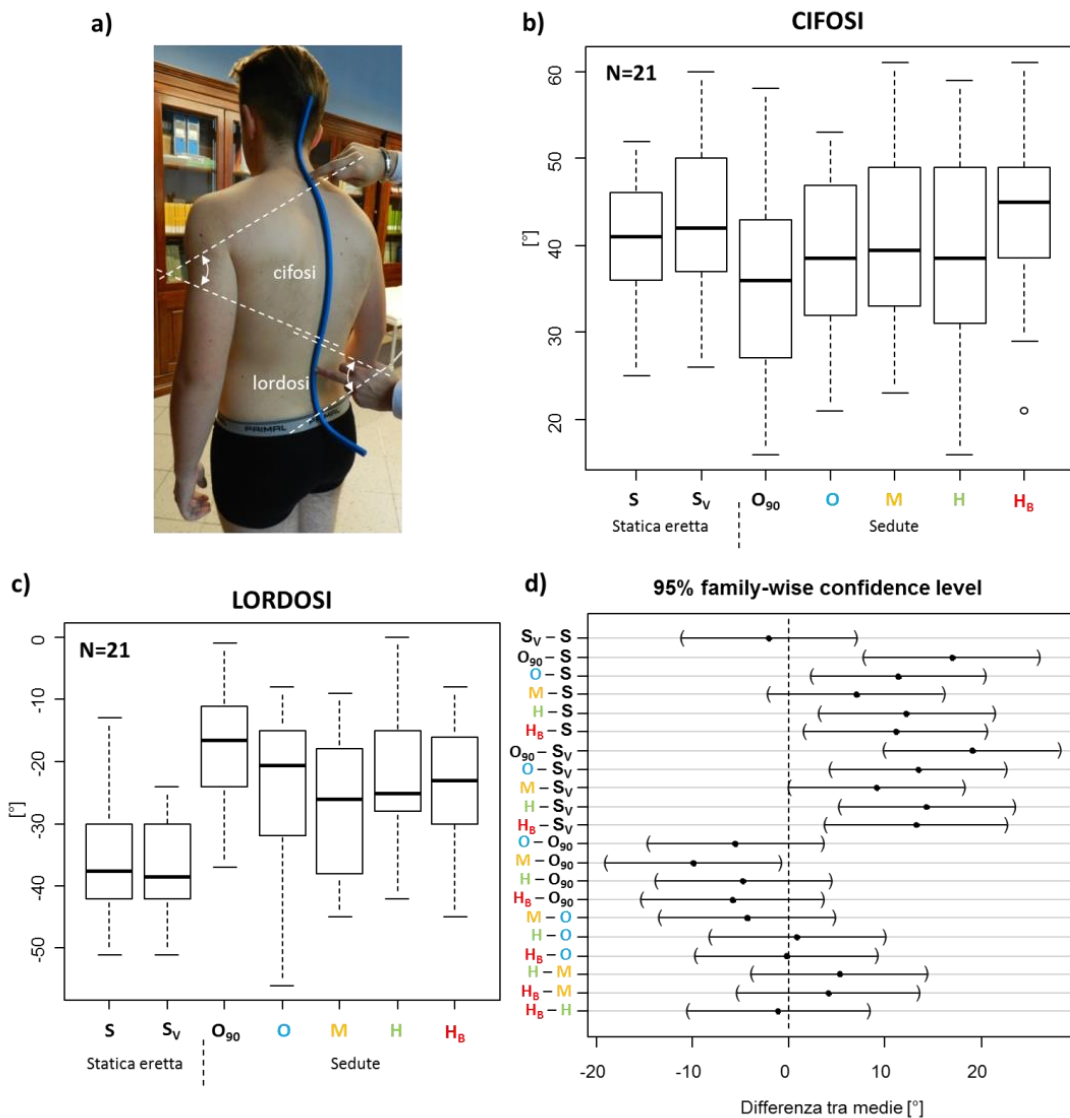


Figura 5. a) Esempio di rilevamento del profilo del rachide per estrarre gli angoli di lordosi e cifosi. Box plot (21 soggetti) dei valori di angolo di cifosi (b) e lordosi (c) per le diverse sedute e posture assunte: S= in piedi; Sv= in piedi con strumento; per la legenda delle sedute si rimanda alla Figura 2. d) Risultati del post-hoc di Tukey alla statistica parametrica su dati dell'angolo di lordosi. Differenze statisticamente significative si hanno quando l'intervallo di differenza tra le medie non interseca lo zero. Per l'angolo di cifosi non sono emerse differenze statisticamente significative.

L'attività muscolare dei paravertebrali si è dimostrata minima sulla saddle chair con supporto lombare (H_B) e massima invece sulla seduta di riferimento a 90° (O₉₀). Lasciando sedere il soggetto a piacere (O) è stata invece riscontrata un'attività muscolare un po' maggiore rispetto a quella delle saddle chairs (figura 6). Questa differenza dovrebbe essere confermata o meno da una maggior durata dell'esercizio.

Dal punto di vista del comfort non si sono evidenziate chiare differenze tra le sedute, se non per la seduta di riferimento a 90° (O₉₀, ritenuta generalmente scomoda). Si riportano, per brevità, i risultati solo della GCR e della BPD (figura 7 e 8, si veda il rapporto esteso per dettagli).

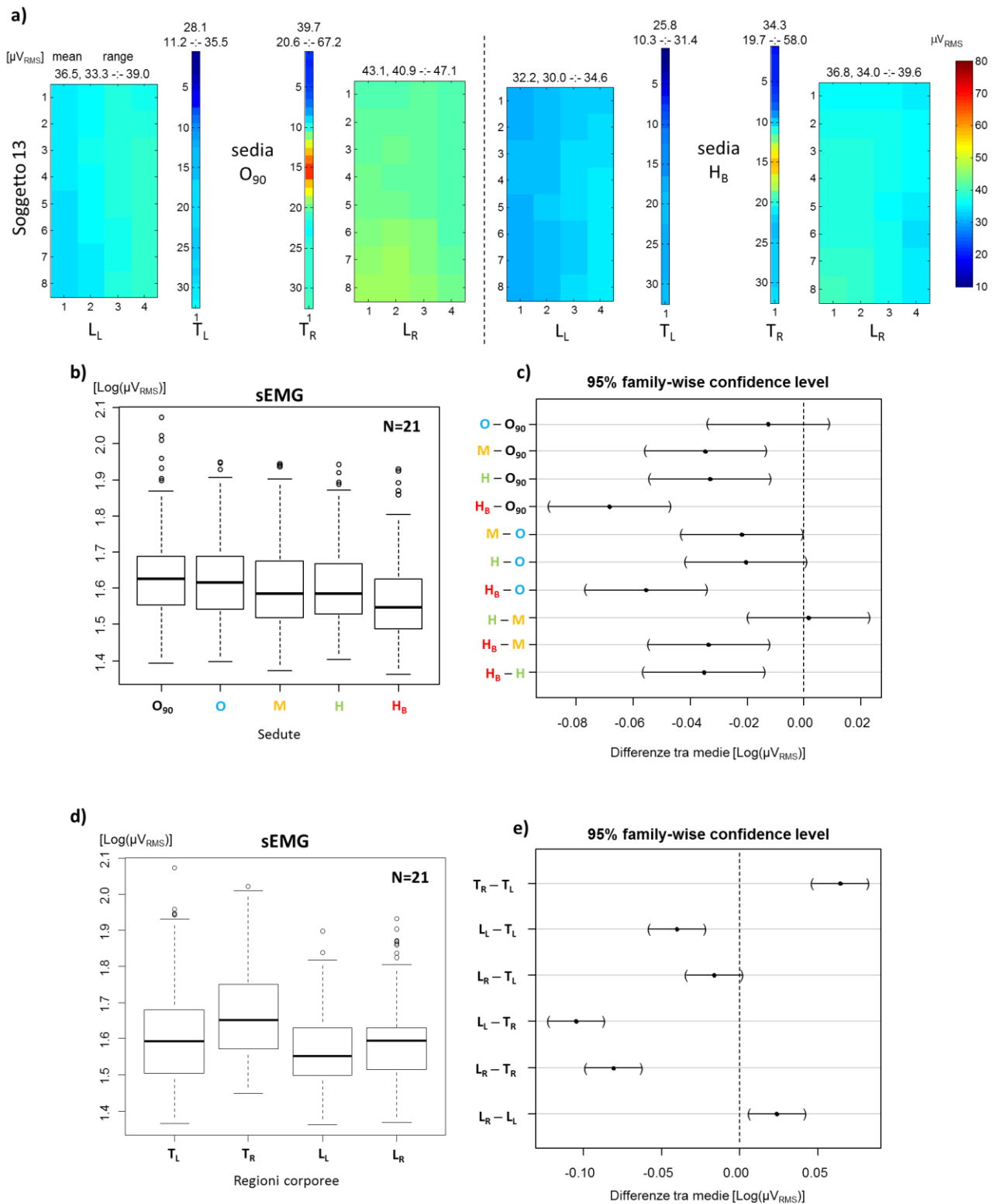


Figura 6. a) Esempi di mappe RMS monopolari di un soggetto su due differenti sedute. Box plot (21 soggetti) dei valori medi delle mappe RMS monopolari (a seguito di trasformazione logaritmica) per le diverse sedute (b) e regioni corporee (d). Per la legenda delle sedute si rimanda alla figura 2. Risultati del post-hoc di Tukey alla statistica inferenziale parametrica (modello lineare con fattori ad effetti fissi e casuali: $\text{Log}_{10}(sEMG) \sim \text{sedia} + \text{zona} + \text{soggetto}$) rispetto al fattore “sedia” (c) e “zona” (e). Differenze statisticamente significative si hanno quando l’intervallo di confidenza delle differenza tra le medie non interseca lo zero. Considerando il confronto tra due fattori A e B nei grafici c) ed e) è bene sottolineare che la differenza tra questi risulta tra il logaritmo dei dati di partenza $\text{Log}A - \text{Log}B = x$. Quindi rispetto ai dati non trasformati (per le proprietà sui logaritmi) si ha: $A = 10^x \cdot B$.

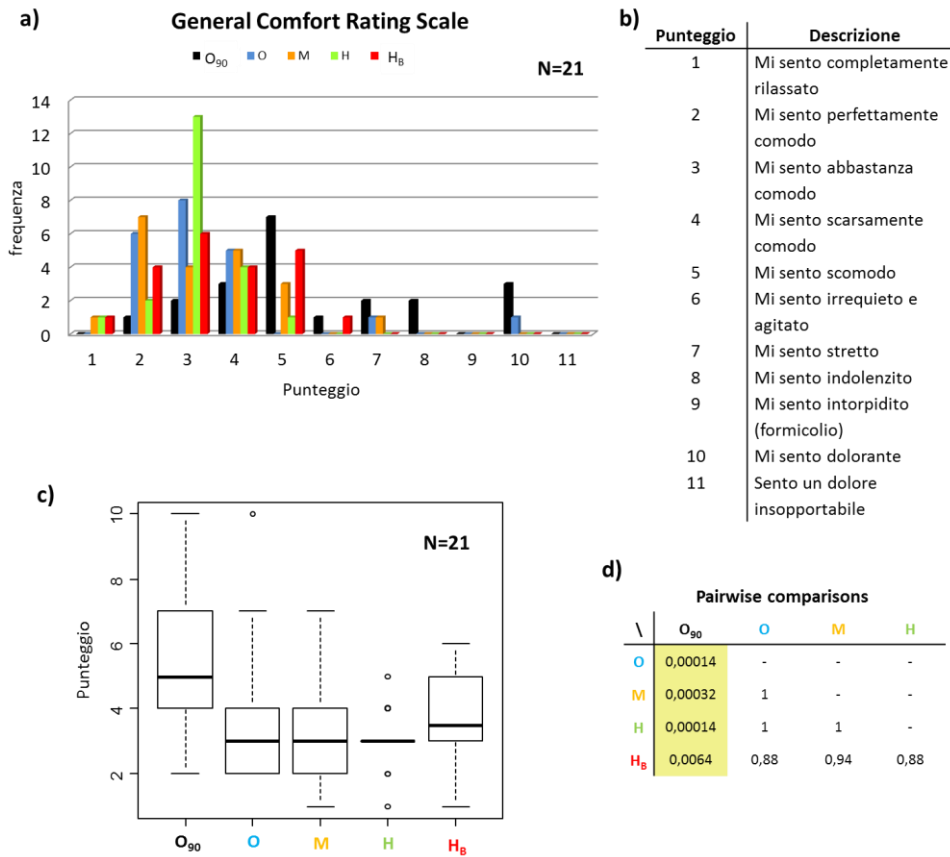


Figura 7. Istogramma a barre delle risposte alla General Comfort Rating Scale (GCR) per i 21 soggetti esaminati. b) Domande della GCR. c) Box plot dei punteggi per le sedute considerate (vedi figura 2). d) Risultati della statistica inferenziale non parametrica: post-hoc di Nemenyi al Friedman test. In giallo sono evidenziate le differenze statisticamente significative (pvalue < 0.05).

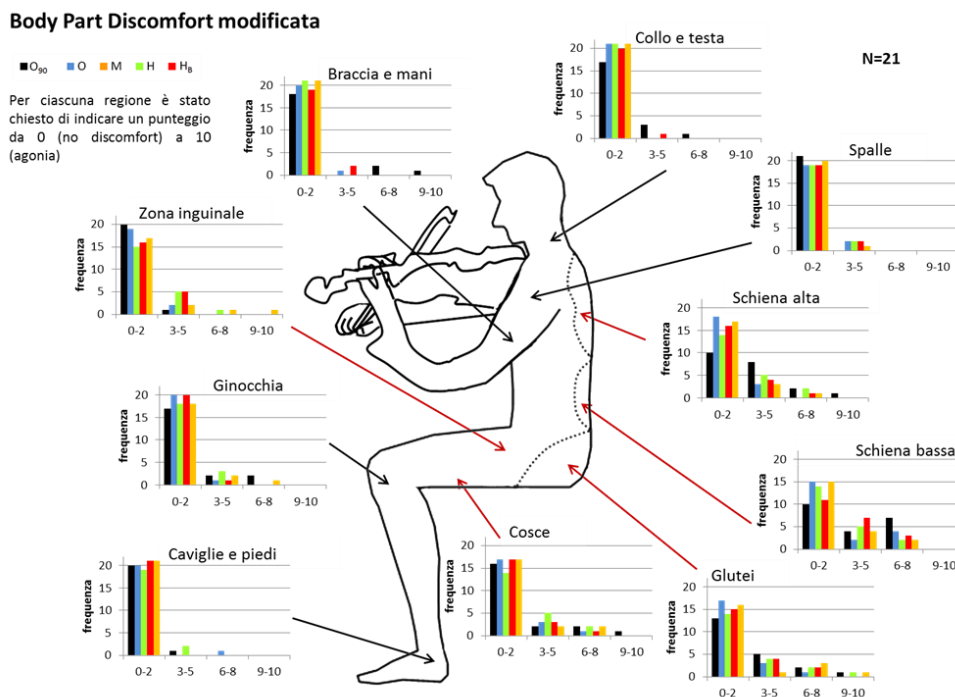


Figura 8. Istogrammi a barre di frequenza dei punteggi ottenuti per le diverse regioni corporee considerate nella Body Part Discomfort Scale modificata (BPD) ed associata ad NRS.

5. Conclusioni e Considerazioni finali

Secondo i risultati di questo studio su tempi brevi (short term test) si può concludere che:

- a) Violinisti e violisti abitualmente assumono tre posture sedute: Asimmetrica senza appoggio dorsale (14/21 soggetti), Simmetrica senza appoggio dorsale (5/21 soggetti) e Simmetrica con appoggio dorsale (2/21 soggetti).
- b) L'attività mioelettrica del dorso di violisti e violinisti è generalmente asimmetrica, più alta da lato controlaterale allo strumento (destro). Questo sia per la zona lombare (L_R , per bilanciare il carico di viola/violino) e sia per la zona toracica (T_R , per muovere l'archetto).
- c) L'utilizzo di uno schienale alto ed imponendo una seduta a 90° (O_{90}) porta una retroversione del bacino, con riduzione della lordosi lombare e un incremento dell'attività muscolare (rilevata la più alta tra le condizioni esaminate).
- d) Lasciando sedere il soggetto a piacere, su una seduta standard (O), si è rivelata essere la condizione con comfort più elevato (benché non statisticamente differente dalle saddle chair esaminate) e discomfort più basso. Dal punto di vista biomeccanico e di attività muscolare, questa condizione si posiziona tra le saddle chair (M e H) e la seduta a 90° (O_{90}).
- e) Le saddle chair (M ed H) sono le uniche, tra le condizioni esaminate, che permettono di ottenere un pelvic-tilt da seduti statisticamente simile a quello rilevato in stazione eretta. Queste inducono un'attività mioelettrica dei muscoli del dorso tra loro comparabile e leggermente minore (al limite della significatività statistica) rispetto a quella rilevata lasciando sedere il soggetto a piacere su una seduta normale (O). Casistiche più elevate o test di maggior durata potrebbero consentire di raggiungere significatività statistiche maggiori. La saddle chair a sgabello (M), inoltre, è risultata l'unica ad indurre la lordosi lombare ad avvicinarsi maggiormente a quella misurata in ortostatismo.
- f) L'introduzione di uno schienale basso (H_B) su una saddle chair, si è rivelata essere la condizione che produce la minor attività muscolare, con una riduzione del comfort e delle curve del rachide non significativa rispetto alle saddle chair esaminate.
- g) Il comfort, valutato con scale qualitative nel breve periodo, non si è dimostrato uno strumento efficace per evidenziare chiare differenze tra le sedute.
- h) La presenza di viola/violino non influenza la postura in stazione eretta (rilevata dagli angoli di lordosi lombare, cifosi toracica e pelvic-tilt).
- i) Per gli strumentisti la cifosi toracica non risulta particolarmente influenzata dalla seduta considerata.

La letteratura afferma che una postura centrata ed in cui le curve del rachide siano il più possibile simili a come si presentano in normalità in stazione eretta [10] sia auspicabile, tuttavia, non viene descritta una postura ideale di riferimento. Il concetto di "ideale" o di "ottimale", infatti, presuppone un criterio di ottimo in cui una certa quantità (indicata come "costo" o "funzione costo") viene minimizzata. Che cosa viene ridotto quando ci si avvicina ad una postura ottimale? Un criterio ragionevole (non l'unico) può essere la minimizzazione delle forze in gioco e quindi dell'attività muscolare e, di conseguenza, delle manifestazioni (meccaniche o mioelettriche) di fatica. Tuttavia, è necessario specificare come la fatica possa presentarsi sia in condizioni statiche che dinamiche. Mantenere per lungo tempo un carico fisso porta a stress sulle articolazioni e sui

tessuti molli periarticolari ed a una prolungata e continua contrazione muscolare con variazioni elettromiografiche evidenti e documentabili.

Al contrario, carichi dinamici sviluppano per periodi più brevi forze che agiscono sui muscoli e sulle articolazioni, variando maggiormente nel tempo le strutture sollecitate. È necessario mantenere un equilibrio ottimale tra carichi statici e dinamici con l'obiettivo di ridurre i carichi statici ed aumentare quelli dinamici (sempre all'interno dei limiti fisiologici) [11]. Pertanto, benché ridurre l'attività muscolare nei violinisti e nei violisti sia importante per prevenire condizioni di sovraccarico (determinato dalle numerose ore di studio quotidiano etc.), questo obiettivo è subordinato al mantenimento di una postura biomeccanicamente favorevole, al fine di ridurre i carichi statici. Inoltre, sulla base dei risultati ottenuti e in accordo con la letteratura, si può affermare che vi siano forti interazioni tra postura, attività muscolare e comfort e, non solo la postura condiziona l'attività muscolare e viceversa, ma anche il comfort influisce ed è influenzato da questi due aspetti.

La scelta della seduta, per chi suona e si esercita per molte ore, è quindi un elemento non trascurabile. Questa scelta deve vertere su un compromesso tra: libertà di movimento, correttezza della postura assunta, attività muscolare e comfort percepito. L'utilizzo di una saddle chair a sgabello (come la *Move, Varier*), preferibilmente dotata di un supporto lombare può essere, in quest'ottica, un buon compromesso, ancora però da validare con test sul lungo periodo (long term test). Infine la tecnica HDsEMG risulta essere un importante strumento di valutazione quantitativa ed obiettiva dell'attività muscolare dei musicisti.

Con questo lavoro si sono fornite alcune indicazioni aggiuntive sul sistema complesso esaminato, il "sistema musicista", lasciando però ancora molte domande aperte. Queste dovranno trovare risposta nei prossimi studi futuri, aggiungendo ulteriori tasselli al "puzzle" della conoscenza su quest'ambito ancora molto inesplorato. Ciascuno strumentista, ente di formazione musicale etc. dovrebbe considerare sempre lo stato dell'arte attuale (tasselli del "puzzle" disponibili), perché l'informazione e la prevenzione sono le due parole chiave che posso fare la differenza.

Per approfondimenti si rimanda al rapporto esteso della presente Borsa di ricerca del Progetto Lagrange.

Bibliografia

- [1] Zaza C. "Playing-related musculoskeletal disorders in musicians: a systematic review of incidence and prevalence". *CMAJ* 1998; 158(8):1019-25.
- [2] Lee HS, et al. "Musicians' medicine: musculoskeletal problems in string players". *Clinics in orthopedic surgery* 2013; 5(3):155-60.
- [3] Lederman RJ. "Neuromuscular and musculoskeletal problems in instrumental musicians". *Muscle Nerve* 2003; 27:549-61.
- [4] Zaza C, Farewell VT. "Musicians' playing-related musculoskeletal disorders: an examination of risk factors". *Am J Ind Med* 1997; 32:292-300.
- [5] Markison RE, et al. "Comprehensive care of musical hands". *Occupational Medicine* 1998; 13(3):505-11.
- [6] Foxman I, Burgel BJ. "Musician health and safety: preventing playing-related musculoskeletal disorders". *AAOHN J.* 2006; 54:309-16.
- [7] Harrison DD, et al. "Sitting biomechanics, part II: optimal car driver's seat and optimal driver's spinal model". *Journal of manipulative and physiological therapeutics* 2000; 23(1):37-47.
- [8] Keegan JJ. "Alterations of the lumbar curve related to posture and seating". *J Bone Joint Surg Am* 1953; 35(3):589-603.
- [9] De Oliveira TS, et al. "Validity and reproducibility of the measurements obtained using the flexicurve instrument to evaluate the angles of thoracic and lumbar curvatures of the spine in the sagittal plane". *Rehabilitation research and practice*; 2012.
- [10] Harrison DD, et al. "Sitting biomechanics part I: review of the literature". *Journal of manipulative and physiological therapeutics* 1999; 22(9):594-609.
- [11] Hoppmann RA. "Instrumental musicians' hazards". *Occupational Medicine* 2001; 16(4):619-31.