

## **Monitorizarea activă a posturii în gimnastica de înaltă performanță**

### **Rezumat**

pentru obținerea titlului științific de doctor la

Universitatea Politehnică Timișoara

în domeniul de doctorat Inginerie mecanică

**autor Pătrașcu (Domokos) Ștefania Cerasela**

conducător științific Prof.univ.dr.ing. Veronica Argeșanu

Martie 2022

Teza este structurată în 6 capitole și 2 anexe. Primele 3 capitole fiind capitole introductive și de suport în care se motivează teza, se analizează stadiul actual al cercetărilor în domeniu și se introduc noțiunile necesare pentru abordarea temei tezei. Următoarele capitole descriu activitatea de cercetare realizată pentru monitorizarea posturii în gimnastica artistică de performanță. Ultimul capitol este rezervat concluziilor și a prezentării contribuțiilor personale.

### **1. Importanța și actualitatea temei de cercetare**

Prin monitorizarea activă a posturii în gimnastica de înaltă performanță, se urmăresc detecția, prevenirea și intervențiile care pot fi efectuate, datorate modificărilor posturale suferite de gimnaste în urma practicării acestui sport.

Se cunoaște că această ramură este una dintre cele mai dificile discipline sportive, din cauza complexității și gradului de dificultate pe care îl prezintă.

România a cumulat un număr de 71 de medalii la Jocurile Olimpice, la gimnastică artistică feminină și masculină, cu 26 medalii de bronz, 20 medalii de argint și 25 medalii de aur.

Având o contribuție hotărâtoare la dezvoltarea organismului în creștere, gimnastica este treapta inițială a perfecționării lui fizice.

Ca orice disciplină tehnico-pedagogică [39], gimnastica își are teoria ei, metodică de predare, mijloacele și formele proprii de organizare a activității.

Aspectele cheie ale antrenamentului sportiv sunt:

- evaluarea energetică, fizică și fiziologică;
- principiile antrenamentului;
- dietă, nutriție și suplimentare [136];
- probleme de creștere și dezvoltare;
- cinematică și dinamică;
- stres, anxietate și confruntare;
- motivarea și stabilirea obiectivelor;
- pregătirea abilităților mentale pentru antrenament și competiție, psihologia învățării și a performanței.

Alegerea temei tezei de doctorat, este în concordanță cu importanța acestui sport pe plan mondial și a nenumăratelor accidentări care apar în urma suprasolicitărilor. Determinarea tensiunilor, deformațiilor și solicitărilor apărute la sportivi poate conduce la prevenția afecțiunilor mai mult sau mai puțin grave.

Astfel, teza își propune monitorizarea activă a posturii în gimnastica de înaltă performanță, prin abordări analitice, experimentale și de modelare-simulare a componentelor coloanei vertebrale ca element definitoriu al posturii în timpul unuiu dintre cele mai dificile elemente de gimnastică și anume Danilova înainte, caz în care coloana vertebrală este în hiperextensie maximă, deci, este foarte solicitată.

În urma analizelor bibliografice efectuate, nu am întâlnit referințe în ceea ce privește biomecanica, stările de tensiune și deformație care pot apărea în urma efectuării acestui element din gimnastică.

### **Monitorizarea activă a posturii la gimnastele de performanță are ca scop:**

- stabilirea unor parametri biometrici particulari ai gimnastelor participante la studiu;
- monitorizarea activităților și performanțelor sportive;
- crearea și simularea unor modele musculoscheletale active;
- prevenția afecțiunilor cronice profesionale;
- monitorizarea recuperării clinice a sportivilor;
- monitorizarea și îmbunătățirea performanțelor acestora.

## **2. Analiza posturală și modificări posturale care conduc la afecțiuni în gimnastica artistică**

Pentru atleții care practică sporturi precum înotul și gimnastica, este necesară asumarea unei poziții corporale total diferite în comparație cu alte sporturi.

Scopul unei alinieri bune/postură ergonomică reprezintă coordonarea eficientă și sănătoasă a circulației sanguine.

Concluzia evidentă este de a îmbunătăți postura prin practici de mișcare, mai degrabă decât poziționarea statică a corpului.

În urma practicării acestui sport timp de 12 ani, pot afirma că, într-adevăr în perioada de pregătire, în care corpul și antrenamentele sunt susținute de vitamine, suplimente alimentare, susținătoare de efort, în care sunt oferite permanent servicii de recuperare medicală, prin masaj, fizioterapie și alte metode de refacere, durerea la nivelul coloanei lombară este semnificativ diminuată. În momentul în care sportivul părăsește activitatea de performanță și nu mai beneficiază de un program de recuperare, apar problemele medicale. În cunoștință de cauză și cu dovezi concrete, afirm că problemele de sănătate recidivează sau se agravează după încheierea carierei de sportiv de performanță.

Unul dintre cele mai solicitante elemente din gimnastica artistică feminină în ceea ce privește solicitările la nivelul coloanei vertebrale este „Danilova înainte”, acesta făcând parte din categoria elementelor acrobatice dinamice cu dificultate sportivă și risc crescut de instalarea în timp a afecțiunilor coloanei vertebrale. În această situație, zona lombară (L4-L5, respectiv discurile intervertebrale) a coloanei vertebrale este cea mai afectată din cauza hiperextensiei.

### 3. Analiza biomecanică a posturii în gimnastica artistică

Deoarece cele mai întâlnite și solicitante elemente în gimnastica artistică sunt săriturile și manevrele aeropurtate, analiza biomecanică prezentă se referă la aceste tipuri de mișcări.

Scopul principal al săriturii este de a ridica centrul de masă (CM) la o anumită înălțime după faza de elan. Sportivul trebuie să țină cont de efectele benefice ale contramișcării în sărituri. Majoritatea oamenilor nu întreprind manevre aeropurtate/faze de zbor în mod voluntar deoarece pentru ei zborul prin aer este rezultatul unui accident. Cu toate acestea, unele dintre cele mai uimitoare și spectaculoase acrobații de care sunt capabili oamenii pot fi văzute în manevrele aeropurtate. Aceste manevre sunt incluse în programul de antrenament al gimnaștilor.

Problema este de a efectua rotații în timp ce sportivul se află în aer, fie pe o axă principală, fie pe mai multe simultan. Alte obiective sunt modificarea atât a vitezei unghiulare, cât și a axei în jurul căreia are loc rotația. Aceste schimbări sunt posibile datorită naturii segmentate a corpului uman.

Există două principii mecanice majore care nu pot fi încălcate. Primul este că momentul unghiular la decolare este fix. Al doilea principiu mecanic precizează că orice forță musculară  $F$  și moment articular  $M$  creat de  $F$  vor fi interne sistemului, deci integralele vor fi egale cu zero.

Natura segmentată a corpului facilitează, de asemenea, rotația diferitelor segmente și poate părea să dea corpului viteză unghiulară acolo unde nu a existat la decolare.

Deoarece gravitația este singura forță externă care acționează în timp ce corpul este în aer, timpul de zbor este o funcție atât de înălțimea ( $h_{TO}$ ) a CM deasupra nivelului solului, cât și de componenta verticală a vitezei inițiale  $v_i$  a CM la decolare.

În concluzie segmentele unui corp aeropurtat se pot roti în raport cu un alt segment care este fix numai dacă există moment unghiular inițial în sistem.

Într-o privință, gimnastele ar putea fi săritori în înălțime mai buni decât atleții, deoarece pot adopta o postură arcuită în jurul ștachetei cu picioarele întinse într-un salt înapoi. Gimnastele își pot ridica centrele de masă la înălțimi mari pentru a efectua salturi multiple.

Estimările sarcinilor limită prin compresiune pentru discul intervertebral variază între 2500 N și 14000 N cu o medie în jur de 5000 N.

Știind că aria discului intervertebral L4-L5 este de aproximativ 1050 mm<sup>2</sup> pentru valorile sarcinilor mai sus menționate se poate determina valoarea maxim admisibilă a tensiunii la compresiune a discului ca fiind de cel mult 13,34 MPa.

Există, de asemenea, mai mulți factori legați de modul în care sarcina este aplicată pe coloană care influențează toleranța structurilor din coloana vertebrală. În plus, alți factori, cum ar fi sexul, vârsta, densitatea osoasă, degenerarea discului și numărul de expuneri s-au dovedit că influențează rezistența discului. Toleranța la rupere a discului intervertebral la forțele de forfecare anterioare/posterioare este estimată a varia între 1400 și 2500 N în timp ce alții au sugerat că discurile sunt expuse riscului de a suferi o leziune de forfecare la sarcini de până la 1000 N. Astfel, diferitele structuri ale coloanei vertebrale au niveluri diferite de toleranță la încărcare și cel care cedează primul va fi cel care va stabili limita de toleranță a coloanei vertebrale.

#### 4. Analiza dinamică a posturii în gimnastica de performanță prin mijloace experimentale

Metodele și mijloacele de măsurare/investigare a parametrilor posturali se clasifică în funcție de impactul asupra organismului uman în metode invazive și metode neinvazive.

În prezenta teză s-au utilizat următoarele metode neinvazive: dispozitivul de urmărire a mișcărilor fine ale corpului uman (costum senzori Xsens MVN Motion Tracking 3D Technology) cu sistem de captare a mișcării inerțiale și cameră cu termoviziune FLIR C3 Wifi.

Înainte de începerea experimentului, gimnastele au efectuat o încălzire generală de 30 de minute. Când perioada de încălzire s-a terminat, gimnastele au fost echipate cu costumul cu multi-senzori Xsens, plasați pe diferite segmente ale corpului.

După echiparea cu senzori a sportivelor, s-a realizat comunicarea dintre senzori și soft. Calibrarea senzorilor a durat în jur de 3 minute iar procesul integral de monitorizare a fost de aproximativ 10 minute.

Sistemul senzorial Moven are la bază tehnologia de navigație inerțială și este compus din 18 senzori de mișcare (inerțiali) ce sunt plasați pe diferite segmente ale corpului prin intermediul stripurilor și a tricoului special. Conținutul fiecăreia fiind de: trei accelerometre, câte unul pentru fiecare axă; trei giroscopae, câte unul pentru fiecare axă; trei magnetometre, câte unul pentru fiecare axă.

Prin intermediul algoritmilor de calcul această tehnologie oferă informații privind 23 de segmente ale corpului uman (pelvis, vertebre: L5- L4- T12- T8, gât, cap, origine claviculă dr., umăr dr., cot dr., pumn dr., origine claviculă stg., umăr stg., cot stg., pumn stg., sold dr., genunchi dr., glezna dr., degete picior dr., șold stg., genunchi stg., gleznă stg., degete picior stg). Acest dispozitiv oferă posibilitatea măsurării de parametri de orientare/poziție și parametrii cinematici pentru fiecare segment în parte:

- deplasare (poziție, traiectorii);
- viteză liniară absolută sau în plan (pe fiecare din cele trei planuri ale sistemului ortogonal xyz);
- accelerație liniară absolută sau în plan (pe fiecare din cele trei planuri ale sistemului ortogonal xyz);
- unghiuri absolute;
- viteze unghiulare;
- accelerații unghiulare.

Pentru fazele elementului Danilova înainte, mai sus prezentate și pe baza datelor colectate cu ajutorul costumului Xsens Awinda MVN 3D pentru gimnasta cu valoare maximă a unghiului de flexie/extensie, au fost realizate (prin intermediul programul GraphPad Prism) [199] distribuțiile:

- viteza verticală a centrului de masă COM-  $V_v$ ;
- unghiul vertebrelor L4-L5 pe mișcarea de flexie și extensie-  $\beta$ ;
- unghiul vertebrelor L4-L5 pe mișcarea de abducție și adducție -  $\gamma$  ;
- unghiul vertebrelor L4-L5 pe mișcarea de rotație internă și externă –  $\theta$ ;
- viteze unghiulare la nivelul vertebrelor L5, L4 -  $\omega$ .

Aparatul termografic folosit în studiu este un aparat *Flir B200* care prezintă o tehnică care sesizează și înregistrează pe film zonele calde și reci ale organismului prin metode de detectare a radiațiilor infraroșii care reacționează la circulația sanguină. Aparatul *Flir B200* măsoară temperaturi de la  $-20^{\circ}\text{C}$  la  $+120^{\circ}\text{C}$ . Experimentul a început cu încălzirea coloanei vertebrale. Atât înainte cât și după terminarea încălzirii subiectului, precum și la finalul execuției elementului Danilova i s-au recoltat date termografice. Analiza datelor arată o tendință crescătoare a temperaturii locale de la momentul de repaus. Din punct de vedere tomografic, cea mai mare valoare a fost înregistrată în zona lombară a coloanei vertebrale L4-L5 la finalul execuției elementului Danilova înainte, iar valoarea obținută arată o creștere cu 8,78% a temperaturii în segmentul cel mai solicitat în execuția elementului.

Testările au fost efectuate pe componentele loturilor de gimnastică artistică de junioare, respectiv senioare cantonate în acel moment (2019-2020) la Liceul cu Program Sportiv „Cetate Deva”. Un număr de 14 gimnaste cu vârsta medie  $14 \pm 1$  an, media înălțimii fiind de  $149.35 \pm 7.94$  cm, iar greutatea de  $40.01 \pm 7.41$  kg. Durata medie a antrenamentelor acestora este de aproximativ 30 ore/săptămână. În momentul colectării datelor toate gimnastele prezentau o condiție fizică bună și nicio gimnastă nu acuza probleme de sănătate.

Gimnastele au executat elementul Danilova (o medie de 3 salturi /gimnastă) pe sol. Sportivele care au fost introduse în studiul nostru, au fost alese după starea de sănătate și posibilitatea executării elementului pe care am dorit să-l analizăm.

## **5. Modelarea 3D a zonei lombare a coloanei vertebrale și analiza stării de tensiune și deformație a discului intervertebral L4-L5 cu metoda elementului finit**

Durerea lombară este o tulburare întâlnită frecvent la un procent ridicat din populația lumii. Au fost efectuate multe studii experimentale și teoretice pentru a înțelege mai bine biomecanica coloanei lombare pentru a reduce riscul de leziuni sau degenerare a discului. Coloana vertebrală umană este formată din cinci vertebre lombare. Fiecare vertebră lombară este separată de un disc intervertebral care permite mișcarea între vertebre. Rolul lor în coloana vertebrală este de a acționa ca un amortizor. Rezistența vertebrei depinde de structura, masa și densitatea acesteia.

Discul intervertebral (IVD) este o structură poroasă, foarte neomogenă și în cea mai mare parte avasculară. IVD prezintă țesuturi moi foarte specifice: este un amestec eterogen de miez foarte hidratat (nucleul pulpos, NP) înconjurat de un strat dens de fibre (pe inelul fibrosus AF) și cartilaj (placa de cartilaj (CEP)). Astfel discul intervertebral a fost considerat ca un țesut moale hiperelastice cu un comportament constitutiv elastic neliniar. Două VB și un IVD formează segmentul de mișcare (MS), care este unitatea funcțională a coloanei vertebrale, completată de conectarea ligamentelor și a mușchilor [9].

Modele solide ale vertebrelor folosite în prezenta teză au fost exportate în programul SOLIDWORKS pentru a asambla cele trei părți și a crea structuri moi, adică discurile intervertebrale, plăcile de capăt și cartilajul articular al fațetelor. În cele din urmă, acest ansamblu a fost exportat în programul ABAQUS 3DEXPERIENCE pentru dezvoltarea rețelei elementelor finite și includerea proprietăților materialului, a condițiilor de legătură și a sarcinilor .

Interacțiunile dintre componentele modulului de coloană vertebrală analizat au fost considerate după cum urmează:

- legături rigide între suprafața superioară a discului și suprafața inferioară a vertebrei L4;
- legături rigide între suprafața inferioară a discului și suprafața superioară a vertebrei L5;
- contact între disc și măduvă;
- contact între vertebre și măduvă.

Condițiile de contur pentru componentele modulului cu element finit analizat sunt:

- fixare pentru vertebra L5;
- fixare pentru suprafața inferioară a măduvei.

Momentul a fost aplicat individual în toate cele 6 direcții care imită mobilitatea coloanei vertebrale sau ROM (range of motion).

Pentru fazele de început și sfârșit a elementului Danilova înainte realizate în programul Kinovea și luând în considerare valorile maxime ale unghiului de extensie de 16,70 grade și aplicând forța de 650 N calculată în acest punct s-a efectuat analiza dinamică a stării de tensiune și deformație a discului intervertebral cu metoda elementului finit. S-a luat în considerare valoarea maximă a unghiului de extensie deoarece această mișcare influențează negativ comportamentul coloanei vertebrale în timpul saltului.

În teză sunt prezentate: distribuția tensiunilor echivalente în discul intervertebral în urma încărcării cu forța  $F$  și a unghiului de extensie aplicate în patru pași și distribuția deformațiilor echivalente ale discului intervertebral pentru aceleași condiții.

Analizând rezultatele obținute și în urma postprocesărilor, se poate observa faptul că valorile maxime ale tensiunilor echivalente atât în vertebre cât și în discul intervertebral, sunt concentrate spre apofiza spinoasă la nivelul curburii coloanei lombare. Valoarea maximă a tensiunii echivalente atunci când se consideră numai compresiunea discului are valoare de 1,84 MPa, dar în momentul în care unghiul de rotire/extensie este de 16,70° valoarea tensiunii echivalente crește foarte mult, atingând 200 MPa.

În comparație cu datele din literatura de specialitate se observă că în cazul fazei maxime de extensie a coloanei vertebrale în timpul executării elementului Danilova înainte, valorile tensiunii echivalente admisibile sunt mult depășite.

Conform literaturii de specialitate înălțimea discurilor vertebrale din zona lombară a coloanei vertebrale, este de aproximativ 9 mm. Deformația maximă rezultată din analiza FEM este de 0.9 mm.

Având în vedere valorile rezultate în urma analizei FEM și ținând cont că o gimnastă se antrenează aproximativ 25.200 de ore pe parcursul unei cariere sportive, este evident faptul că vor apărea afecțiuni ale coloanei vertebrale în special în regiunea lombară, datorate atât depășirii valorilor maxime de solicitare cât și oboselii materialului discului intervertebral.

## 6. Concluzii. Contribuții personale. Direcții viitoare de cercetare

În prezenta lucrare, principalele contribuții personale sunt: realizarea unei sinteze bibliografice privind analiza posturală și modificările posturale care conduc la afecțiuni în gimnastica artistică; analiza bibliografică privind modificările patologice ale coloanei vertebrale în urma mișcărilor repetitive din gimnastica artistică de performanță; alegerea elementului Danilova înainte ca fiind unul dintre cele mai solicitante din punct de vedere al afecțiunilor zonei lombare a coloanei vertebrale ca urmare a unghiului de extensie pronunțat; determinarea elementelor de biomecanică specifice săriturilor și manevrelor aeropurtate/fazei de zbor; stabilirea expresiilor analitice care stau la baza determinării elementelor de cinematică, cinetostatică și dinamică ale elementului Danilova înainte; modelarea biomecanică a coloanei vertebrale și a forțelor care acționează asupra acestora în timpul executării elementului Danilova înainte; analiza comparativă a modelelor biomecanice ale coloanei vertebrale cu precizarea modelului optim în vederea stabilirii stărilor de tensiune și deformație; stabilirea elementelor anatomice cele mai afectate și anume zona lombară L4-L5 și discul intervertebral a coloanei vertebrale; realizarea unei sinteze bibliografice referitoare la mecanismul afecțiunilor legate de toleranța la sarcină; analiza dinamică a posturii în timpul efectuării elementului Danilova înainte, prin mijloace experimentale neinvazive pe un lot de 14 gimnaste; stabilirea protocolului experimental pentru achiziția de date cu ajutorul costumului cu senzori Xsens MVN; analiza selectivă a datelor experimentale obținute și interpretarea acestora; realizarea analizei termografice a coloanei vertebrale în procesul de efectuare a elementului Danilova și interpretarea rezultatelor; studiul prospectiv al modelelor cu elemente finite ale segmentului coloanei vertebrale umane L4-L5 care include heterogenitatea și anizotropia discurilor; modelarea discului intervertebral ca element finit osmo-poro-visco-hiperelastice; stabilirea ecuațiilor constitutive ale modelului de element finit al zonei lombare L4-L5 al coloanei vertebrale umane sub forțe mecanice; realizarea modelului geometric al modulului vertebră L4-L5 și disc intervertebral, analiza mobilității coloanei vertebrale a condițiilor limită a rotații prescrise și a caracteristicilor de material; utilizarea în premieră a analizei dinamice cu element finit asupra modulului menționat, cu determinarea tensiunilor și deformațiilor asupra discului intervertebral și interpretarea rezultatelor; propunerea de metode profilactice pentru îmbunătățirea procesului de pregătire a sportivilor de performanță din gimnastica artistică și eventuale metode de recuperare pentru scăderea numărului de problemelor posturale;

Ca direcții viitoare de cercetare ar fi de interes următoarele: determinarea tensiunilor admisibile la oboseală pentru materialul discurilor intervertebrale (date inexistente în literatura de specialitate); determinarea parametrilor cinematici, dinamici și ai stărilor de tensiune și deformație și pentru alte segmente anatomice ale sportivilor respectiv monitorizarea similară a altor elemente din gimnastica artistică sau chiar a altor discipline sportive.



## Bibliografie selectivă

1. Adams M.A. and Hutton W.C. (1983) The mechanical function of the lumbar apophyseal joints, *Spine* 8, 327–330.
16. Bean J.C., Chaffin D.B. and Schultz A.B. (1988) Biomechanical model calculation of muscle-contraction forces – a double linear-programming method, *Journal of Biomechanics* 21, 59–66.
21. BOGDUK N. (1995) *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine & Sacrum*.
39. **Domokos (Patrascu) C.**, Faur M., (2015), Studiu privind procesul de selecție în gimnastica artistică feminină românească, *Analele UVT, Seria EFS. Nr.17- Noiembrie 2015*
- 40.
43. **Domokos C.**, Domokos M., Mirica S.N., Negrea C., Bota E., Nagel A., (2020), Being a student at the Faculty of Sports and Physical Education in COVID-19 Pandemic times - A moment in life, *Timișoara Physical Education and Rehabilitation Journal* Volume 13, Issue 24, 2020 45 DOI: 10.2478/tperj-2020-0007
44. **DOMOKOS C.**, DRAGOMIR A., DOMOKOS M., MIRICA S. N., NEGREA C., BOTA E., NAGEL A., (2020), Kinematics analysis of spine and hip for “Danilova”, artistic gymnastics element, *Timișoara Physical Education and Rehabilitation, Timișoara Physical Education and Rehabilitation Journal* Volume 13 ISSUE 25, 2020 art. 2, DOI:10.2478/tperj-2020-0011
45. **DOMOKOS C.**, DRAGOMIR A., MIRICA S. N., DOMOKOS M., Borozan I. S., NAGEL A., Argeșanu V., (2020), Kinematic quantification of knee joint asymmetry during preparatory phase of a standing backward tucked salto, *IEEE 18th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY 2020)*, September 17-19, 2020 in Subotica, Serbia
46. **DOMOKOS C.**, DRAGOMIR A., BIDIUGAN R., MIRICA S. N., DOMOKOS M., NEGREA C., BOTA E., NAGEL A., (2020), Kinematic analysis of the centre of mass variation and it's influence on the backward tucked salto, *PROCEEDINGS OF THE 6th International Conference of Universitaria Consortium “FEFSTIM: Physical Education, Sports and Kinesiotherapy – implications in quality of life” 6th-7th of November Timișoara, Romania*
47. **Domokos C.**, Dragomir A., Mirica S.N., Domokos M., Negrea C., Bota E., Argeșanu V., Nagel A., (2021), The role of spine and hip joint flexibility in free aerial forward walkover -Danilova- element performance, *ISI PROCEEDINGS FEFSTIM Conferință 2021 Iași*
87. Hrițcu B., Negrea C., Mirica S. N., **Domokos C.**, Domokos M., Bota E., Nagel A., (2020), Applying the Cooper test to runners who use different methods of training, *PROCEEDINGS OF THE 6th International Conference of Universitaria Consortium “FEFSTIM: Physical Education, Sports and Kinesiotherapy – implications in quality of life” 6th-7th of November Timișoara, Romania, Filodiritto Publisher, Italy, ISBN 979-12- 80225-05-4, p 70- 75*
88. HRIȚCU B., NEGREA C., **DOMOKOS C.**, DOMOKOS M., BOTA E., MIRICA S.N., NAGEL A., (2021), The inequality of benefits brought by training programs with different number of weekly sessions, *Conferinței Theories of Change in Digital Wellbeing 2021, Applied Research in Digital Wellbeing. Peter Lang Publishing House, Berlin, ISBN: 978-3-631-85278-1*
135. Mirica S.N., **Domokos C.**, Domokos M., Bota E., Negrea C., Nagel A., (2019), The food and physical activity carousel - a choice for healthy living among Timisoara west university female college students, *BDI- 5th International Scientific Conference on Exercise and Quality of Life, Novi Sad, Serbia. 11-13, BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, Volume 11 Supplement 1*
136. Mirica S.N., **Domokos C.**, Domokos M., Bota E., Negrea C., Nagel A., (2019), The Role of Physical Activity and Nutrition as Determinants of The Lifestyle of Timisoara West University Female College Students, *5th International Conference of the Universitaria Consortium “Education for Health and Performance” (11-12 October 2019, Cluj-Napoca, Romania*
137. MIRICA S.N., **DOMOKOS C.**, DOMOKOS M., NEGREA C., BOTA E., NAGEL A., (2021), Is COVID - 19 Pandemic period the milestone for a new digitalized era in the case of Physical Education and Sport’s educational process?, *Conferinței Theories of Change in Digital Wellbeing 2021, Applied Research in Digital Wellbeing. Peter Lang Publishing House, Berlin, ISBN: 978-3-631-85278-1*
144. NAGEI A., MIRICĂ S.N., DOMOKOS M., **DOMOKOS C.**, BOTA E., NEGREA C., (2017) Journey from academics to employment: labor market insertion of the Fitness and Motor Performance Master Physical Education Faculty of Timisoara West University Alumni 2011-2016- a pilot study, *BDI- Timișoara Physical Education and Rehabilitation Journal, 2017; 10(19): 25-32, DOI:10.1515/tperj-2017-0012 I.F: 0*
148. NEGREA C., MIRICA S.N., **DOMOKOS C.**, DOMOKOS M., BOTA E., NAGEL A., (2021), Influences on life quality of adults with the help of digital technologies - a journey from a sedentary life to jogging, *Conferinței Theories of Change in Digital Wellbeing 2021, Applied Research in Digital Wellbeing. Peter Lang Publishing House, Berlin, ISBN: 978-3-631-85278-1*
165. Puta Tiberiu, Babaiță Mihai, Negrea Cristian, Mirica Silvia Nicoleta, **Domokos Cerasela**, Domokos Martin, Adrian Nagel, Eugen Bota, (2020), Is the strength training a key for performance in cycling? - A case study, *PROCEEDINGS OF THE 6th International Conference of Universitaria Consortium “FEFSTIM: Physical Education, Sports and Kinesiotherapy – implications in quality of life” 6th-7th of November Timișoara, Romania, Filodiritto Publisher, Italy, ISBN 979-12- 80225-05-4, p31-35*
166. Reeves N.P. and Cholewicki J. (2003) Modeling the human lumbar spine for assessing spinal loads, stability, and risk of injury, *Critical Reviews in Biomedical Engineering* 31, 73–139.