

**ÚJ INFORMATIKAI, ADATELEMZÉSI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA ÉS A
KARDIOVASZKULÁRIS REAKTIVITÁST JELLEMZŐ PARAMÉTEREK
VIZSGÁLATA KOSÁRLABDÁZÓK FIZIKAI TERHELÉSE SORÁN**

Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei

Rátgéber László



Doktori Iskola vezető: Prof. Dr. Bódis József

Programvezető: Dr. Verzár Zsófia

Témavezető: Dr. Cziráki Attila

Társ témavezető: Prof. Dr. Bódis József

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

EGÉSZSÉGTUDOMÁNYI KAR

EGÉSZSÉGTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Pécs, 2014

1. BEVEZETÉS – CÉLKITŰZÉSEK

Új informatikai, adatelemzési módszerek alkalmazása

A kosárlabdában két biztos statisztikai mutató van: a mérkőzés előtt mindkét csapatnak 50-50% esélye van a győzelemre, és az a csapat fog nyerni, aki kevesebb pontot kap, és többet dob ellenfelénél. Bár ez az egyszerű alapképlet még mindig igaz a világ egyik legnépszerűbb sportágára, a technológia fejlődése lehetővé tette, hogy a játék szinte minden elemét számokban képezzük le, a játékosok és a csapat egészének teljesítményét statisztikai adatok és algoritmusok alapján értékeljük. Az ellenfelek feltérképezését már nem csak videófelvételek szolgálják, a játékosok várható mozgása előjelezhető, grafikusan leképezhető, egyre cizelláltabb programok segítik a felkészülést egy-egy mérkőzésre. Az eredményesség érdekében a kosárlabdaedzőknek nem csak a sportág sportszakmai fejlődését kell nyomon követniük, hanem tisztában kell lenniük a legújabb edzés- és felkészülés-támogató technológiákkal, és a programokat hatékonyan használniuk. Európa topcsapatainál sokszor az edzők mellett dolgozó speciális szakemberek végzik az ellenfelek teljes körű feltérképezését, és összetett tanulmányokat készítenek egy-egy kulcsfontosságú mérkőzés előtt az edzők és játékosok számára. Az eredményes, modern kosárlabda ma már elképzelhetetlen ezen technológiák nélkül.

Dolgozatom első fejezetében egy kvantitatív kutatással szerettem volna bizonyítani az adathalászat módszerének hasznosságát és alkalmazásának módját a kosárlabdában. A kutatás során arra a kérdésre kerestem a választ, statisztikailag mely paraméterek mennyire rendelkeznek befolyással a mérkőzés végkimenetelével kapcsolatban, illetve kimutatható-e különbség ezen szempontból a férfi és női mérkőzésekre nézve.

Dolgozatom második fejezetében egy olyan programcsomagot mutatok be, amely a statisztika számsorainál mélyebb és részletesebb betekintést enged a kosárlabdában alkalmazott taktikai lépésekbe, lehetővé teszi helyzetek elemzését és létrehozását, videofelvételek visszanezését, és azok grafikai leképezését.

Dolgozatom első felének célkitűzései a következőkben foglalhatók össze:

1. A szerb első ligás férfi és női bajnokság 2011/2012-es bajnokságának statisztikai összehasonlítása a legfontosabb kosárlabda-paraméterek alapján, majd annak meghatározása, mely paraméterek vannak a legnagyobb befolyással a mérkőzés végkimenetelére.

2. Az Edzői Demonstrációs és Modellezési Rajztábla és Kosárlabda Modellezési Program bemutatása.

A kardiovaszkuláris reaktivitást jellemző paraméterek vizsgálata kosárlabdázók fizikai terhelése során

Az artériás érfali funkció non-invazív vizsgálatát igen széles körben alkalmazzák a felnőtt populációban az egyéni szív- érrendszeri betegségekre vonatkozó kockázatbecslés folyamatában, valamint a célszerv károsodások megítélésében. A leggyakrabban vizsgált és az irodalomban széles körben citált paraméterek az artériás falmerevség (aortic stiffness) – mely az aorta pulzushullámterjedési sebességgel (aortic pulse wave velocity, PWV_{ao}) jellemezhető. Meghatározható a teljes perifériás érellenállás – mely az aorta augmentációs indexszel (aortic augmentation index, Aix_{ao}) írható le. Ezen túlmenően kalkulálható a centrális (aortás) szisztolés vérnyomás (aortic systolic blood pressure, SBP_{ao}), és a centrális pulzusnyomás (aortic pulse pressure, PP_{ao}) is. Jelentősen szaporodik azon közlemények száma, melyek igazolják az artériás érfali funkció változását különböző gyermekkori kórképekben is, így pl: korai atherosclerosis, obesitas és familiáris hypercholesterinaemia esetében. Jelenleg az irodalomban csak kisszámú egészséges gyermek- és serdülőkorú egyénről közöltek artériás érfali funkciós értékeket, akik legtöbbször csupán kontrollként szolgáltak a vizsgált betegcsoportokhoz. Ezen túl a mérések különböző módszerrel történtek, és az adatok az életkori, valamint antropometriai jellemzők eloszlása tekintetében sem voltak kiegyensúlyozottak. A harmadik és negyedik fejezet a sportolóknál is különösen fontos fizikai paraméterének méréséről, az artériás stiffnessről, vagyis az artériák rigiditásáról, és a fizikai terhelés hatására válaszreakcióként bekövetkező érfali reaktivitás vizsgálatáról szól. Ezeket a vizsgálatokat egy újonnan kifejlesztett, non-invazív, oklúzív-oszcillometriás elven működő, invazív módon is validált műszerrel (Arteriográf®, TensioMed Kft., Budapest), végeztük, mely kis mérete miatt hordozható, könnyen kezelhető. A mérési folyamat, amely teljes mértékben automatizált és felhasználó-független, gyors és fájdalomtalan, ezáltal még a kosárlabda pályán az edzés körülmények között is elvégezhető.

Ennek megfelelően a dolgozat második felének – amelyet részletesen a negyedik és ötödik fejezetben fejtünk ki – célkitűzései a következőkben foglalhatók össze:

1. Az aorta pulzushullám-terjedési sebesség értékeinek meghatározása egészséges, normális testsúlyú és normális vérnyomású 3-18 éves fiú populációban. A meghatározott referencia értékek elemzése.

2. Vizsgálatunk célja volt továbbá, hogy összehasonlítást végezzünk az artériás érfali funkciót jellemző paraméterek tekintetében fiatal sportolók és életkori eloszlás, valamint antropometriai jellemzők tekintetében jól kiegyensúlyozott fiatal egészséges önkéntesek között, nyugalomban.

3. Megvizsgáltuk különböző korcsoportú (11-16 év), fiatal kosárlabdázóknál az edzés szituációban alkalmazott, különböző típusú (izometriás, dinamikus) terhelés hatását az aorta pulzushullám terjedés sebesség (PWVao) és az augmentációs index (AIxao) értékek változására.

2. STATISZTIKAI PARAMÉTEREK ÖSSZEHASONLÍTÓ TANULMÁNYA FÉRFI ÉS NŐI KOSÁRLABDA LIGÁK SZÁMÁRA SZERBIÁBAN

A dolgozat első részében statisztikailag összehasonlítottuk az első ligás férfi és női szenior ligákat Szerbiában a 2011/2012-es bajnokságban és ezekből az adatokból meghatároztuk bizonyos paraméterek befolyásának mértékét a mérkőzés kimenetelével kapcsolatban.

A modellezést neuronhálózatokat segítségével végeztük. A neuronhálózatok használatát ösztönözte a tanulás komplex folyamatának felismerése az agyban, amely szorosan kapcsolódó neuronok egységéből áll. A bejövő paraméterek a következők: *p1_százalék*, *p2_százalék*, *p3_százalék*, *véd_lepattanó* (védekező), *tám_lepattanó* (támadó), *asszist* (kosárpasz), *labdaszerzés*, *eladott labda* és *blokkolás*. A kimenő paraméter az eredmény.

1. táblázat

Adatbányászat során nyert adatok

p1_százalék	p2_százalék	p3_százalék	véd-lepattanó	tám_lepattanó	asszist	labdaszerzés	elvesztett_labda	blokk	eredmény
0.56	0.57	0.36	22	8	15	12	11	3	győz.
0.72	0.35	0.42	20	14	9	19	12	4	ver.
0.65	0.55	0.20	24	15	13	5	19	1	győz.
0.73	0.47	0.33	20	6	14	6	25	6	ver.
0.84	0.60	0.53	13	4	11	8	13	2	ver.
0.65	0.47	0.28	14	8	12	9	12	2	győz.
0.80	0.49	0.38	24	12	8	13	18	1	ver.

Emiatt a hálózatnak kilenc bejövő és egy kimenő csomója van. Ezen kívül van még egy rejtett réteg is a hálózatban. Az alkalmazott hálózat egy előrecsatolt neuronháló. A hálózat minden egyes rétege kapcsolódik mind a megelőző, mind a következő szint összes csomójához. A hálózati képzés a hibák visszaterjesztéses módszerével történik, melynek a generalizált delta szabály az alapja. Minden, képzés alatt hálózatra vitt szótag miatt az információ előzetesen keresztülmegy a hálózaton azért, hogy képes legyen előre jelezni a kimeneti réteget. Ezt az előrejelzést összehasonlítják a meglévő adat valódi kimeneti értékével, majd a valódi és az előre jelzett érték különbségét visszaküldik a hálózaton keresztül azért, hogy módosítani lehessen a 'heavy' faktorokat, valamint azért, hogy a következő szótagok előrejelzésén is javítani lehessen. Miután a hálózati képzés befejeződik, az input adatokkal láthatjuk, hogy bizonyos paraméterek milyen mértékben határozzák meg a mérkőzés végleges kimenetelét. A statisztika validációját az IBM SPSS Statistics átfogó és egyszerűen használható adat- és prediktív elemző eszközével végeztük.

EREDMÉNYEK

A szerb férfi kosárlabda ligában a hálózat 195 kimenetet helyesen jelzett előre a 240 lehetséges közül (120 mérkőzés, ahol minden csapat vagy nyer vagy veszít), ami a bemeneti adatok teljes számának 81,25%-a. Ebből látható, hogy a modell 45 esetben nem volt képes az eredményt helyesen előre megítélni, ami az összes eset 18,75%-át jelenti. A 120 dokumentált győzelemből az algoritmus 99-szer jelzett előre helyesen, míg 21 győzelem esetében tévesen vesztes mérkőzést prognosztizált. A vesztes mérkőzéseket tekintve az algoritmus a 120 elvesztett mérkőzésből 96-ot tökéletesen ítelt meg előre, míg 24 vesztes meccset tévesen győztesnek. A 8. táblázat a megbízhatósági mátrixot mutatja. A szerb női kosárlabda első liga „A” esetében, a hálózat a 220 lehetséges kimenetelből 181 alkalommal prognosztizált helyesen, ami a bemeneti adatok teljes számának 82,27%-a. Következésképpen a modell 39 esetben prognosztizált tévesen, ami az összes eset, 17,73%-a. A 181 dokumentált győzelemből az algoritmus 144-szer jelzett előre helyesen, míg 37 győzelem esetében, tévesen vesztes mérkőzést prognosztizált. A vesztes mérkőzéseket tekintve, az algoritmus a 160-at tökéletesen ítelt meg előre, míg 21 vesztes meccset, tévesen győztesnek. A neurális hálózat által nyert eredményeket a C5.0 döntés-fa erősítette meg.

2. táblázat

A modell pontossága a szerb férfi kosárlabda ligára vonatkozóan

Igaz	195	81,25%
Hamis	45	18,75%
Összes	240	

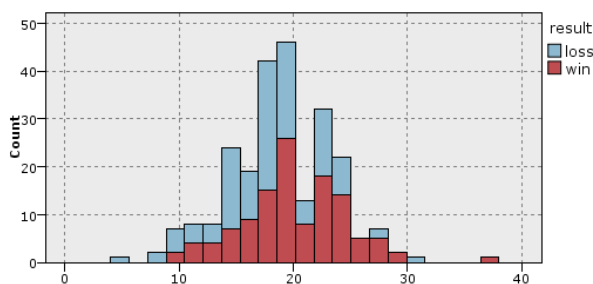
3. táblázat

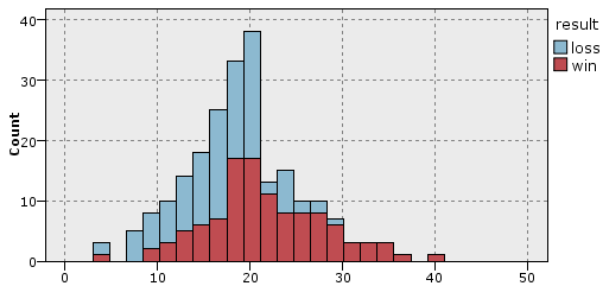
A modell pontossága a szerb női kosárlabda első liga „A”-ra vonatkozóan

Igaz	181	82,27%
Hamis	39	17,73%
Összes	220	

A 80% feletti prognosztizálási pontosság megerősíti, hogy a modellt helyesen használtuk. A nagyobb pontosságot az a tény gátolta meg, hogy a kosárlabda-statisztikákkal összhangban számos eseményt nem rögzítettünk. Az olyan programokat, mint pl. a BSV valós időben használunk a mérkőzés ideje alatt, így ki kell választani, hogy melyik eseményt rögzítjük és melyiket nem. Ahhoz, hogy a bemutatottnál összetettebb ismeretet szerezhessünk a mérkőzéssel kapcsolatban, ill., hogy újabb mintákat találhassunk, szélesebb adathalmazra van szükségünk, vagy egy olyan szoftver használatára, mely képes lenne az összes releváns eseményt elemezni a mérkőzés későbbi megnézésékor.

A szerb első ligás férfi és első liga „A”-s női kosárlabda csapatok modellezési adatait használva ismeretekhez jutottunk a játék módjával és a játék végeredményét befolyásoló legfontosabb tényezőkkel kapcsolatban. Mindkét ligában a védőlepattanóknak van a legnagyobb hatása a győzelem megszerzésére.





1. ábra

A védőlepattanók végeredményt befolyásoló hatása a szerb férfi kosárlabda ligában (felül) és a női kosárlabda első liga „A”-ban (alul)

A férfi kosárlabda gyorsabb játékon és több dobáson alapul, ezért a pontosság és a megfelelő edzőmunka különösen fontos. A női kosárlabdában nagyobb szerepet kap a védekezés, így más fontos tényezők is kiemelkedően fontosak, mint pl. a labdaszerzés és a gyorsindítás. Ezek mellett, lényeges magas szinten tartania kétpontos dobószázalékot és nem elrontani a „ziccereket”. A csapatsportokban számos módszer létezik a sportolók versenyre való felkészítésére. A jelen közlemény során bemutatott eredményeket úgy nyertük, hogy neuron hálózatot használtunk az összegyűjtött adatokra vonatkozóan.

3. EDZŐI DEMONSTRÁCIÓS ÉS MODELLEZÉSI RAJZTÁBLA ÉS KOSÁRLABDA MODELLEZÉSI PROGRAM

A csapatjátékban számos módszer áll rendelkezésre ahhoz, hogy a játékosok felkészüljenek a versenyekre. Vannak fizikai, technikai, taktikai, pszichológiai és integrált felkészítési módok. Mindegyiknek megvan a maga alapvető fontossága és szerepe egy sportoló vagy csapat felkészítésében, a sikeres és eredményes teljesítmény elérésében. A megfelelő és igen magas színvonalú felderítés manapság elképzelhetetlen modern információs technológia nélkül. Az Edzői Demonstrációs és Modellezési Rajztábla és Kosárlabda Modellezési Program rendszerének statikus aspektusát tekintve a Használati Eset modellt (the Use Case model) és az Osztály Diagram modellt (the Class Diagram) használták, dinamikus aspektusában pedig a Cselekvés Diagram modellt (the Activity Diagram). A Cselekvés Diagram a cselekvés folyamatát a kezdeti pontjából kiindulva írja le, és így halad egészen a végső, befejező pontig. A Cselekvés Diagrammal folyamatokat modellezünk lépésről lépésre, tekintetbe véve minden körülményt, ami a következő lépéshez szükséges egészen a végső pontig. A Használati Eset diagram lehetőséget biztosít egy rendszer elsődleges elemeinek, és az általuk végzett funkciók meghatározására (résztevéők, felhasználó). Ily módon lehetőség van egy globális kép kialakítására, ami alapjául szolgálhat a jövőbeli lépések megvalósításának. Egy ilyen

alkalmazás fő előnye, hogy a klasszikus rajztáblával szemben lehetőség van helyzetek elmentésére, megjegyzésekkel kiegészített beszámolók kinyomtatására a játékosoknak tartott prezentáció közben, valamint a videóra elmentett helyzetek különböző gyorsaságban történő visszajátszására.

A kosárlabda helyzetek szakaszból állnak, melyek lerajzolásának és animációjának megvan a saját módszere. Az animációs problémák és a szakaszok animációjának megoldásához szükséges volt a fejlesztőcsoport számára, hogy megértsék, hogyan lehet bánni a grafikus elemekkel, különböző pontokkal, továbbá a grafikus elemek mozgatásával a felhasználó számára beállítható paraméterek biztosításával: gyorsaság, késleltetés. Természetesen, az animáció további tökéletesítését jelenthetnék a jobb algoritmusok, egy új adatstruktúra, ami felgyorsíthatja az elemek kezelését. Összefoglalásképpen elmondhatjuk, hogy egy ilyen modellező program alkalmazása kiterjeszhető volna más csapatsportok feladatainak modellezésére is, úgy mint labdarúgás, vízilabda vagy kézilabda. A Használati Eset modell (the Use Case model), az osztály diagram (the class diagram) és az állapot diagram (the state diagram) némi módosítással mintául szolgálhat ezen sportok specializált modellezési programjainak kidolgozásához.

4. A KARDIOVASZKULÁRIS REAKTIVITÁST JELLEMZŐ PARAMÉTEREK VIZSGÁLATA KOSÁRLABDÁZÓK FIZIKAI TERHELÉSE SORÁN

Ismeretes, hogy az atherosclerosis folyamata nemcsak felnőtt korban, hanem meglehetősen fiatal életkorban is megkezdődhet. Ebből a szempontból a korai életkorban kezdődő atherosclerosis epidemiológiáját leíró egyik legismertebb tanulmány az ún. „P-DAY”-Study (Pathological Determinants of Atherosclerosis in Youth). Az USA-ban az elmúlt évszázad 80-as és 90-es éveiben végzett prospektív vizsgálatban 15 centrumban 15-34 éves korú, nem betegség miatt elhunyt személy aortáját és jobb oldali szív-koszorú erét vizsgálták, és rögzítették az atherosclerosis morfológiai jegyeit. A gyakoriság sorrendjében a következő meglepő elváltozásokat találták: zsírcsík, fibrózus plakk, komplikált plakk, és meszes plakk. Egészséges fiatal felnőttben az invazív módon mért aorta pulzushullám terjedési sebesség (PWV_{ao} érték) – attól függően, hogy mely aorta szakaszra (pl. ascendens, thoracalis, abdominalis) vonatkozóan mérték -3,9-6,5 m/s közötti.

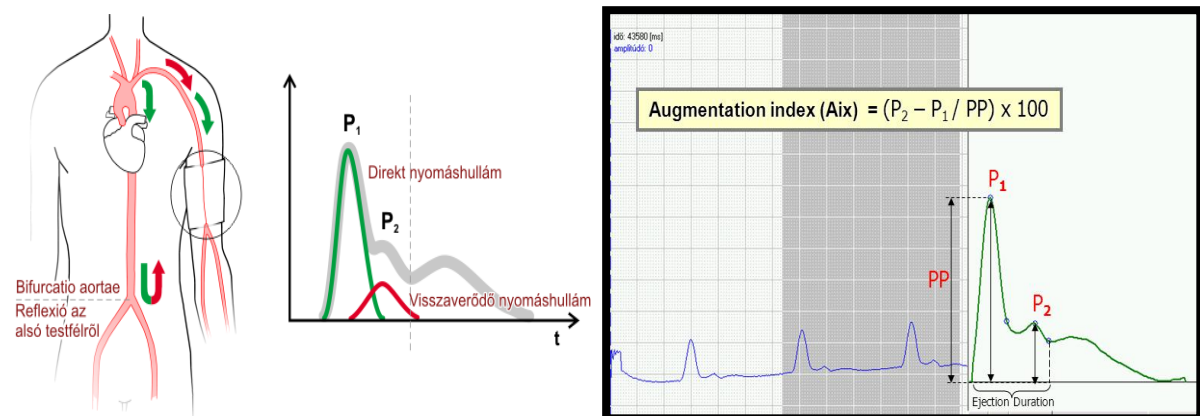
A vizsgálatok során alkalmazott módszerek

Az aorta pulzushullám terjedési sebesség (PWV_{ao}) és az augmentációs index (AIX_{ao}) vizsgálata okklúzív-oscillometriás módszerrel történt. Az oscillometriás eszközzel kivitelezett

mérési folyamat gyakorlatilag nem sokban különbözik egy standard digitális vérnyomásméréstől. A készülék egy vérnyomásmérést követően a felkarra helyezett mandzsettát az aktuálisan mért systoles vérnyomásérték fölé fújja fel, legalább 35 Hgmm-rel magasabb értékkel, így a mérés idejére teljesül a feltétel az artéria brachialis occlusioja. A speciális, ún. stop-flow metodus kizárja a felvett nyomásgörbék torzulását. A véráramlás csupán 8-20 sec.-ra szűnik meg.

Statisztikai módszerek és elemzés

Az adatokat átlag \pm SD formában adtuk meg. A statisztikai analízist a kívánalmaknak megfelelően a Student-féle független egy vagy kétmintás t-próbával végeztük, statisztikailag szignifikáns eltérésnek a $p < 0,05$ értéket tekintettük. PWV_{ao} percentilis értékeit LMS-módszerrel határoztuk meg, melyhez az "LMS Chartmaker" számítógépes programot alkalmaztuk.



$$PWV_{ao} = \text{jugulum-symphysis távolság} / RT / 2$$

2. ábra Az aorta pulzushullám terjedési sebesség (PWV_{ao}) és az augmentációs index (AIX_{ao}) meghatározása oscillometriás módszerrel.

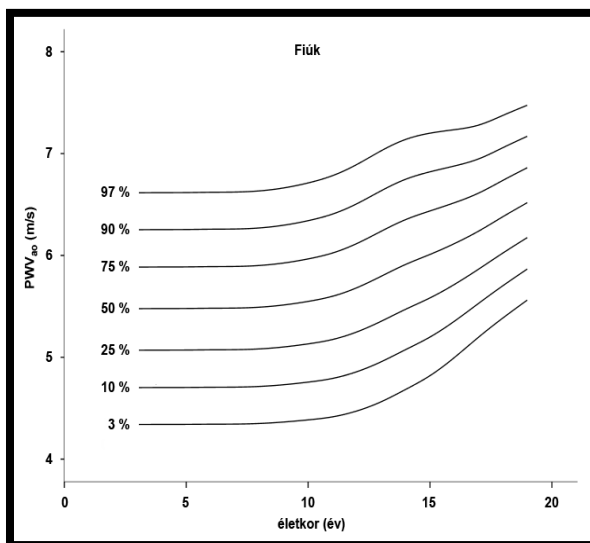
Az aorta pulzushullám-terjedési sebesség (PWV_{ao}) referencia értékeinek meghatározása 3-18 éves fiú populációban

Az ide vonatkozó szakirodalmat megvizsgálva kitűnik, hogy napjainkig gyakorlatilag csak igen csekély számú 0,2-20 éves korú fiatal egyénről közöltek PWV_{ao} referencia adatokat. Ezen közlemények túlnyomó többségében vizsgált „egészséges populáció” egyrészt rendkívül kisszámú (összesen alig 140 fő), másrészt gyakorlatilag csaknem kizárólag kontrollként szolgáltak különböző vizsgált betegcsoportokhoz. Ugyanakkor az is feltűnhet, hogy ezekben a vizsgálatokban a PWV_{ao} értékeit részben Doppler-ultrahang segítségével,

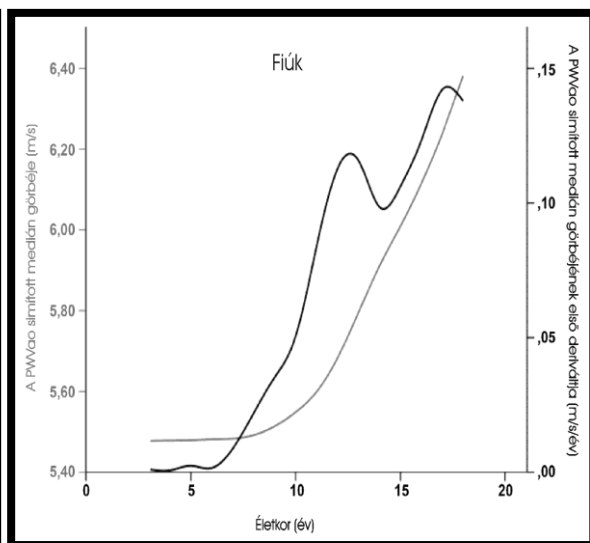
részben applanációs tonometriával határozták meg. Jól tudjuk, hogy ezek a vizsgálati módszerek szofisztikált, laboratóriumi körülményeket igényelnek, hosszadalmasak, és nem kevés kellemetlenséggel járhatnak, tehát csak jelentős korlátokkal alkalmazhatók a gyermek populációban.

Ezért jelen vizsgálatunk célja volt a PWV_{ao} referencia értékeinek meghatározása jelentős létszámú,- egészséges, életkori eloszlás tekintetében jól kiegyensúlyozott populációban egy újonnan kifejlesztett, non-invazív, okklúzív-oszcillometriás elven működő, invazív módon is validált, könnyen kezelhető mérőeszkőzzel. Vizsgálatunkba 1802 fiút, vontunk be (életkor: 3-18 év). Nem titkolt módon abból a célból is, hogy későbbiekben ebből a populációból merítve az ő vizsgálati adataik referenciaként szolgáljanak és összehasonlíthatók legyenek korban és antropometriai mutatók vonatkozásában hozzájuk illeszkedő sportoló, kosárlabdázó fiúk nyugalmi helyzetben mért adataival.

EREDMÉNYEK, MEGBESZÉLÉS



3. ábra. A PWV_{ao} 3-97 percentilis görbéi az életkor függvényébe 3-18 éves fiúk esetében



4. ábra. A PWV_{ao} 50. percentilis görbéje (szürke vonal) valamint annak első deriváltja (fekete vonal) az életkor függvényében.

A 3-18. életév közötti átlagos PWV_{ao} emelkedés mértéke megközelítően 1 m/s volt. Ez az érték szignifikáns módon $5,5 \pm 0,3$ m/s-ról emelkedett $6,5 \pm 0,3$ m/s-ra ($p < 0,05$) a vizsgált fiú populációban. A fiúk medián (50. percentilis) PWV_{ao} görbéjének vizsgálatakor látjuk, hogy az életkor előrehaladásával történő PWV_{ao} emelkedés nem egyenletes, annak dinamikája

összetettebb (24. ábra). A PWV_{ao} értékek nem változnak lényegesen a 3. és 8. életév között, míg azt követően jelentős, meredek emelkedést látunk a vizsgált fiúk esetében.

A PWV_{ao} 50. percentilis görbéjének első deriváltja – mely a dinamikus változások sebességét mutatja meg – az első igen jelentős emelkedési pontot az általunk vizsgált fiú populáció esetében 12,1 éves, korban jelzi (4. ábra). Úgy gondoljuk, hogy ez az emelkedés nem magyarázható sem a perifériás artériás vérnyomás, sem a centrális vérnyomás, vagy pulzusnyomás emelkedésével. Véleményünk szerint ez az újonnan felismert jelenség elsősorban a pubertás kezdetét jelző élettani változásokkal magyarázható.

Erre utal, hogy az irodalomban fellelhető adatok szerint több szerző igazolta, hogy már korai életkorban változik az aortafal szerkezete, illetve biokémiai összetétele, mely azt eredményezi, hogy az életkor előre haladtával az aortafal fokozatosan elveszti a születéskor rá jellemző, elasztikus tulajdonságait (61,68). Ezáltal lehetséges, hogy a 3-8 éves kor között egyenletesen emelkedő vérnyomás folyamatosan emelkedő oldalirányú feszülést okoz az aortafalban, anélkül, hogy az aortafal elasztikus tulajdonságát jellemző pulzushullám terjedési sebesség változna. Ezzel ellentétben 10-12 éves kor körül, illetve a későbbi életkorban ezt a feszülést az aortafal már nem tudja kompenzálni teljes mértékben mint korábban, így az aortafal fokozottabb feszülése elkerülhetetlen lesz, amely a PWV_{ao} értékek emelkedéséhez vezet.

A kardiovaszkuláris reaktivitást jellemző paraméterek vizsgálata kosárlabdázók fizikai terhelése során

Ebbe a vizsgálatba 108 fiatal férfit (fiút) vontunk be (átlag életkor: $14,2 \pm 3,4$). Először 50 kor, testsúly, testmagasság és egyéb szomatometriás paraméter szempontjából nem különböző egészséges önkéntes nyugalmi kardiovaszkuláris és artériás stiffness adatait hasonlítottuk össze 58 kosárlabdázó adataival. Az akut terheléses vizsgálatot 58 különböző korú fiatal kosárlabdázó teljesítette (1. csoport: 11-12 évesek, 2. csoport: 13-14 évesek, 3. csoport: 15-16 évesek). Valamennyi sportoló a Rátgéber Akadémia fiatal kosárlabdázói közül került ki. Az artériás stiffness paramétereket megvizsgáltuk nyugalomban, izometriás (20 felülés és fekvőtámasz) és dinamikus (400 m sprint) terhelés után.

EREDMÉNYEK, MEGBESZÉLÉS

A két csoport között a PWV tekintetében nem volt szignifikáns különbség (5.82 ± 0.14 m/s vs. 5.83 ± 0.12 m/s). AIXao tekintetében sem volt szignifikáns különbség a két csoport között.

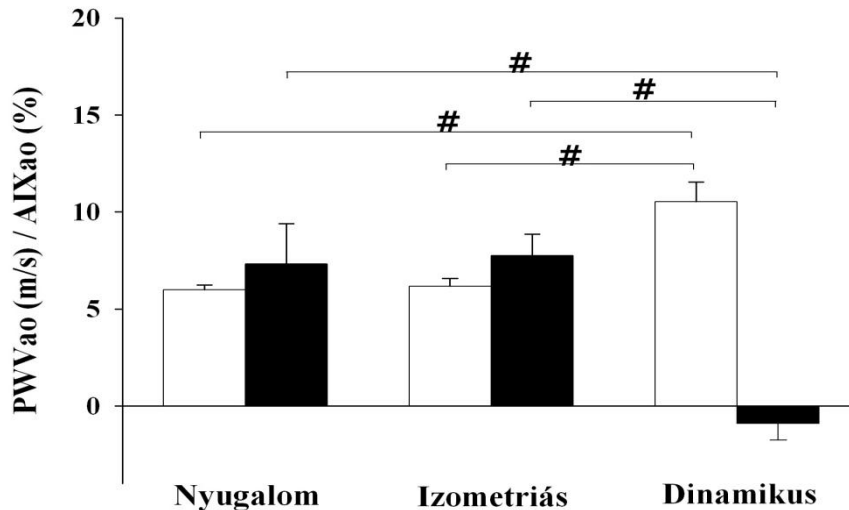
Vizsgálataink alkalmával a dinamikus fizikai terhelés hatására a perifériás systoles vérnyomás jelentősen emelkedett, míg a diastoles nyomás csökkent vagy változatlan maradt, mely a fiziológiás vérnyomás-változás sportolóknál. Az így kalkulált pulzusnyomás változás jellemző rendszeres fizikai tréning alatt lévő egyéneknél.

1. csoport (11-12 év)			2. csoport (13-14 év)			3. csoport (15-16 év)		
Nyugalom	Izometriás	Dinamikus	Nyugalom	Izometriás	Dinamikus	Nyugalom	Izometriás	Dinamikus
75.3±3.4	72.2±4.1	108.0±4.0*	70.8±2.2	72.7±2.8	97.0±4.5*	56.6±2.2	67.8±3.9	117.4±4.9*
112.2±3.3	117.0±6.3	141.3±6.3*	121.9±3.5	131.7±3.0	144.1±5.5*	122.9±4.1	127.8±5.8	163.0±4.8*
60.7±2.0	59.0±4.2	66.8±3.3	61.9±1.3	63.8±1.7	67.4±2.9	70.2±8.1	58.0±2.3	69.4±2.9

A szívfrekvencia (felső sor), szisztolés (középső sor) és diasztolés vérnyomás (alsó sor) változása nyugalomban, valamint izometriás és dinamikus fizikai terhelés után. Átlag ± SD

Nyugalmi állapothoz és az isometriás terheléshez képest dinamikus terhelést követően magasabb PWVao értékek voltak mérhetőek (5.ábra), mely emelkedés még kifejezettebbnek bizonyultak idősebb életkorban, a 3-as csoportban (15-16 éves korcsoport).

3. csoport (15-16 év)



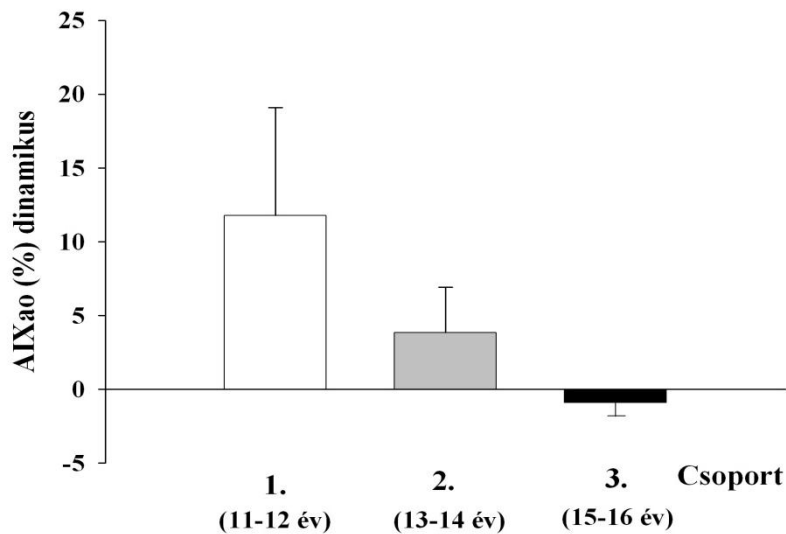
5. ábra Az aorta pulzushullám terjedési sebesség (PWVao) és az augmentációs index (AIXao) változása nyugalomban, valamint izometriás és dinamikus fizikai terhelés után hatására fiatal kosárlabdázókban (15-16 éves korcsoport). (Átlag \pm SD. ; # = $p < 0.005$)

■ = AIXao
□ = PWVao

Véleményünk szerint a pulzushullám terjedési sebességet nem kizárólagosan csak a fizikai terhelés befolyásolja. Ezt támasztja alá a fiatal sportolóknál megfigyelhető kiváló aortafal rugalmasság is. Kétségtelen azonban az emelkedett szisztolés vérnyomásnak és szívfrekvenciának jelentős hatása lehet a PWVao-ra, amelyet elsősorban a pulzushullámnak a thoracalis és abdominális aorta szakaszon mérhető rövidebb return time-ja (RT) azaz ezáltal gyorsult sebessége jelképez.

Az augmentations index (AIX) összetett paraméter, melynek értéke nagymértékben függ számtalan dinamikus változótól, úgymint pulzushullám terjedési sebességtől, bal kamrai kontraktilitástól és a kiserek ellenállásától – vagyis végső soron a perifériás vascularis rezisztenciától. Felnőtt professzionális sportolók esetében az AIXao értéke meghaladja a populációs átlagértéket. Vizsgálatunkban a fiatal sportolóknál mért AIXao ($5.34 \pm 1.5\%$) nem különbözött jelentősen az azonos átlagéletkorú önkéntes csoport értékeitől. Fizikai terhelés során a fokozódó nyíróerő következtében felszabaduló NO csökkenti a perifériás rezisztenciát és az AIXao-et. Az általunk vizsgált sportolóknál csak az idősebb (hosszabb ideje sportoló) 3-

as csoportnál volt megfigyelhető a dinamikus terhelést követően az AIXao jelentős csökkenése (6.ábra).



6. ábra Az augmentációs index (AIXao) változása dinamikus fizikai terhelés hatására fiatal kosárlabdázók különböző csoportjaiban. 1. csoport = 11-12 év ; 2. csoport = 13-14 év; 3. csoport = 15-16 év. (Átlag \pm SD)

Vizsgálataink során egy egyszerűen kivitelezhető, oscillometriás elven működő mérési technika segítségével vizsgáltuk az artériás stiffness paraméterek változását. A pontos, egyszerűen kivitelezhető és gyors mérési eljárás lehetővé tette, hogy méréseinket közvetlenül a különböző típusú terheléseket követően, a kosárlabdapályán végezzük. További vizsgálatok szükségesek annak megállapítására, hogy a rövid és hosszú távú edzés pontosan milyen hatással bír az artériás érfali reaktivitást leíró paraméterekre, valamint ezek változásából milyen következtetések vonhatók le az adott egyén edzettségi állapotát illetően.

A DOLGOZAT ÚJ EREDMÉNYEI ÉS MEGÁLLAPÍTÁSAI

1. Az általunk felállított, bemeneti paramétereken alapuló, legrelevánsabb kosárlabda-paramétereket magában foglaló modellnek relatív magas prognosztizáló precizitása van a mérkőzés kimenetelével kapcsolatban. A bemeneti adatok több mint 80%-a helyesen jelzi előre a mérkőzés végső kimenetelét.

2. Bizonyos kosárlabda-paraméterek másként befolyásolják a női, és másként a férfi mérkőzések végkimenetelét, a befolyásuk mértéke is eltérő.
3. A grafikus modellező program segítségével pontosan modellezhetőek a kosárlabda-helyzetek, lehetőséget nyújt az edző által elemzett mozgássor animálására. A program más labdás csapatsportágakra is kiterjeszthető a szükséges sportágspecifikus változtatások elvégzésével.
4. Elsőként állapítottuk meg populációs szűrés során jelentős számú (1802) 3-20 éves fiúk PWVao normál értékeit oscillometriás mérési módszer segítségével.
5. Összehasonlítottuk egészséges önkéntes és sportoló testsúly testmagasság és életkor szerint illesztett 12-16 éves fiúk artériás stiffnes és nyugalmi echokardiográfiás paramétereit.
6. Igazoltuk PWV és Aix stiffnes paraméterek változását egyszeri, akut statikus és dinamikus fizikai terhelés hatására.
7. Igazoltuk az artériás stiffnes paraméterek változásában akut statikus és dinamikus terhelés hatására bekövetkező szignifikáns változásokat a különböző korcsoportok között.

A PHD DISSZERTÁCIÓ ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ KÖZLEMÉNYEK

Tudományos folyóiratban megjelent publikációk

2011

1. Markoski B, Pecev P, Ratgeber L, Ivkovic M, Ivankovic Z: A New Approach to Decision making on Basketball -BBFBR Program. ACTA POLYTECHNICA HUNGARICA 8:(6) pp. 111-130. (2011)IF: 0.385

2012

2. Hidvégi EV, Illyés M, Benczúr B, Böcskei RM, Rátgéber L, Lenkey Z, Molnár FT, Cziráki A: Reference values of aortic pulse wave velocity in a large healthy population aged between 3 and 18 years, JOURNAL OF HYPERTENSION 30:(12) pp. 2314-2321. (2012) IF: 3.806

Független idéző: 7 Összesen: 7

3. Ivkovic M, Pecev P, Markovski B, Ivankovic Z, Ratgeber L: A Solution for Remote PC Access and Managemnet - R.A.T.S., METALURGIA INTERNATIONAL (BUCUREST) 17:(3) pp. 99-110. (2012) F: 0.134

4. Markoski B, Ivkovic M, Ivankovic Z, Ratgeber L: Appliment of Basketball Board for Decision Making in Player Management, METALURGIA INTERNATIONAL (BUCUREST) 17:(2) pp. 100-110. (2012) IF: 0.134

2013

5. Ratgeber L., Markoski B., Pecev P., Lacmanovic D., Ivankovic Z.: Comparative Review of Statistical Parameters For Men'S and Women's Basketball Leagues in Serbia. *Acta Polytechnica Hungarica* Vol.10, No. 6., 151-170. 2013 IF:0.588

2014.

6. Ratgeber L, Lenkey Zs, Németh Á, Erzsébet H, Róbert H, Verzár Zs, Miklós I, Bódis J, Cziráki A: The effect of physical exercise on arterial stiffness parameters in young sportsmen.

Acta Cardiologica (under revision) IF : 0.607

Az összesített impakt faktor: 5,047

Nyomtatásban megjelent absztraktok, konferencia-kiadványok, előadások

2006

1. Ratgeber L: Defending the Pick and Roll, FIBA ASSIST 28:(12) p. &. (2006)

2007

2. Milosevic B, Markoski B, Ratgeber L, Obradovic Z: Primena Statistike u Kosarkaskoj Igrri Novosadski Maraton, PHYSICAL CULTURE 61:(1) p. &. (2007)

2009

3. Ratgeber L: Developing the Youth Basketball (Delivery lecture).International Sport Congress, Budapest, Semmelweis University, 03.11.2009. (2009)

4. Rátgéber L: Fanatizálás, meccselés, taktikázás felsőfokon. Mágusok a Küzdőtéren - Somogyi Sport Szabadegyetem XIII. Konferenciája, Kaposvár, 2009.12.12. (2009)

2011

5. Markoski B, Pecev P, Ratgeber L, Ivkovic M, Ivankovic Z: Appliance of Neural Networks in Basketball Board for Basketball Referees. 12th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics, Budapest, 21-22 .11 .2011. (2011)

6. Markoski B, Nemeč P, Milosevic Z, Ratgeber L, Pecev P: Presentation of Statistic in Play by Play. International Conference of Management in Sport, Alpha University, Belgrade, 20-21.05.2011. (2011)

7. Ratgeber L: Basketball Board. International Conference on Information and Communication Technologies for Small and Medium Enterprises, Venue, Serbia, 22.09.2011. 2011. (2011)

2012

8. Markoski B, Pecev P, Lacmanovic D, Ivkovic M, Ratgeber L: Appliance of neural networks for defining movement paths for basketball players In: International Symposium "Energetics 2012". Konferencia helye, ideje: Ohrid, Macedónia, 2012.10.04-2012.10.06. Ohrid: pp. 959-964.

2013

9. Melczer Cs, Rátgéber L, Szöts G, Szmodis M, Karsai I, Ács P: Az agresszió megjelenésének mértéke rendszeresen sportoló gyermekek körében. MAGYAR SPORTTUDOMÁNYI SZEMLE 14:(2 (54)) pp. 40-41. (2013)

10. Ratgeber L, Arsovski S, Pecev P, Markoski B, Lacmanovic D: Semantically- oriented unique access point based on SOA In: Anikó Szakál (szerk.) ICC 2013, *Proceedings of IEEE 9th International Conference on Computational Cybernetics*. Konferencia helye, ideje: Tihany, Magyarország, 2013.07.08-2013.07.10. Tihany: IEEE Hungary Section, 2013. pp. 73-76.

(ISBN:978-1-4799-0061-9; 978-1-4799-0060-2)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani Dr. Branko Markoskinak, aki sportvezetőként edzőkarrierem elején a statisztika felé irányította a figyelmemet. Akkor egy azóta több mint húsz éves szakmai együttműködés kezdődött, ő a kosárlabda statisztika informatikai, én a szakmai háttérén dolgoztam. Branko Markoski statisztikáit használják olyan magasan jegyzett kosárlabda bajnokságokban, mint a spanyol férfi bajnokság vagy az Adria Liga. Szintén ő volt az a személy, aki nélkül nem indultam volna el tudományos pályán, ő motivált éveken át, hogy a sportszakmai eredményeim tudományos háttérén is dolgozzak.

Szeretném megköszönni Prof. Dr. Bódis József, a PTE rektorának és az Egészségtudományi Doktori Iskola vezetőjének a szakmai támogatást, Dr. Verzár Zsófia programvezetőnek az útmutatást. Dr. Cziráki Attilának a legnagyobb köszönettel tartozok, külön megtiszteltetés és büszkeség az, hogy a kutatásokat olyan mérőeszközzel és módszerekkel végeztünk, mely Pécsset, a Szívgyógyászati Klinikán folyó legmagasabb szintű tudományos munka eredménye.

Köszönöm Prof. Dr. Nagy Judit egyetemi tanár támogatását és a disszertáció elkészítése során nyújtott segítségét és hasznos tanácsait. Köszönöm Dr. Hidvégi Erzsébet gyermekorvosnak a pulzushullám terjedési sebesség referencia értékeinek meghatározása során nyújtott nélkülözhetetlen segítségét.

Köszönöm a segítséget a Rátgéber Kosárlabda Akadémia edzőinek és sportoló gyermekeinek, nélkülük a kutatás nem jöhetett volna létre. Köszönöm, hogy inspiráltak tudományos munkámban, remélem, kutatási eredményeink hozzájárulnak majd az itt sportoló gyermekek egészségéhez és sportszakmai fejlődéséhez is.

Nem utolsó sorban szeretném megköszönni a családomnak a kitartó támogatást, türelmet és megértést, melyet tudományos munkám során felém tanúsítottak.