

Sérülés előrejelzés lehetőségei labdarúgásban

Irodalmi áttekintés

DR. PÁNICS GERGELY^{1,2}, CHRISTIAN SCHÖNHEIT^{1,2}, DR. REHA GÁBOR¹,
DR. JÓRÁSZ ZSOLT¹, DR. PÁNICS ISTVÁN¹, DR. HANGODY LÁSZLÓ¹

Érkezett: 2018. március 12.

DOI: 10.21755/MTO.2018.061.S001.003

ÖSSZEFOGLALÁS

Labdajátékokban, labdarúgáshoz hasonlóan, a non-kontakt sérüléseket megelőzhetőnek tartják, míg a kontakt sérülések többé-kevésbé a játék velejárói. Az utóbbi években a sérüléssel járó költségek ugrásszerűen növekedtek, párhuzamosan, a játékosok árának és bérének csillagászati magasságokban emelkedésével. Így egyre nagyobb erőfeszítések történnek a sérülések megelőzésére, előrejelzésére, hogy a játékosok sérülésmentesen tudják csúcsteljesítményüket leadni, ezzel is kiszolgálva labdarúgásért rajongók táborát.

Kulcsszavak: *Edzés; Labdarúgás; Sportegészségügy; Sportsérülés;*

G. Pánics, C. Schönheit, G. Reha, Zs. Jórász, I. Pánics, L. Hangody: Possibilities of injury prediction in football

In team-sports, such as soccer, non-contact injuries are considered preventable, while contact injuries are thought of as part of the game and to a certain degree unavoidable. The costs associated with injuries in athletes are great and thus more and more efforts are being put into methods of predicting injuries in a way of keeping athletes healthy and injury-free and at the top of their game.

Keywords: *Athletic injuries – Prevention & control; Exercise – Physiology;
Soccer – Injuries; Sports medicine;*

BEVEZETÉS

Az Uzsoki Kórház Ortopéd–Traumatológiai Osztálya, ami egyúttal a Semmelweis Egyetem Traumatológiai Tanszéke is 2010 óta tagja a FIFA Medical Centre of Excellence, egész világot átölelő hálózatának. A FIFA ezzel a címmel ismerte el a centrum labdarúgók egészségéért és a Magyar Labdarúgó Szövetség szakmai munkájának támogatásáért végzett tevékenységét.

A nemzetközi labdarúgásban egyre hangsúlyosabban megjelenő predikációs módszerek Osztályunkat is arra sarkallták, hogy ebben is támogassa azokat a csapatokat, amelyek egészségügyi ellátásához Intézményünk nyújtja a háttérrel. Közleményünkben ezekről a módszerekről nyújtunk áttekintést.

A csapatsportokban számos módszert használnak, amivel a sérülések számát próbálják csökkenteni, illetve a bekövetkező sérüléseket igyekeznek előre jelezni (6). Olyan új technológiák megjelenésével, mint a GPS, pulzus monitorok, gyorsulásmérők összefoglaló nevén EPTS (Electronik Performance and Tracking Systems – elektromos teljesítménykövető rendszerek) a sporttudományos szakemberek sokkal inkább részletekbe menően tudják rögzíteni az edzés és mérkőzés terheléseket, így pontosabb sérülés előrejelzésre nyílik lehetőség. Az utóbbi években a Big data, vagyis hatalmas adathalmazok elemzésének a lehetőségével ez a technika még tovább fejlődhetett.

A sérülések és azok következményei a labdarúgásban

Gazdasági hatás

Az utóbbi évtizedekben a labdarúgásba áramló hatalmas mennyiségű tőke, a sikeres

klubokból multinacionális vállalatokat formált, akiknek üzleti eredményét a pályán elért eredmények mellett gazdasági szempontok is alapvetően befolyásolják. A Bajnokok Ligája éves sérülés jelentésének nyilvánosságra hozatalán tartott megbeszélésen a Shaktar Donyeck ügyvezető igazgatója, *Palkin* úr kimutatta, hogy a sérülés miatti egy hónapos kihagyás a klubnak több mint 500.000 Euro veszteséget jelent (7, 9).

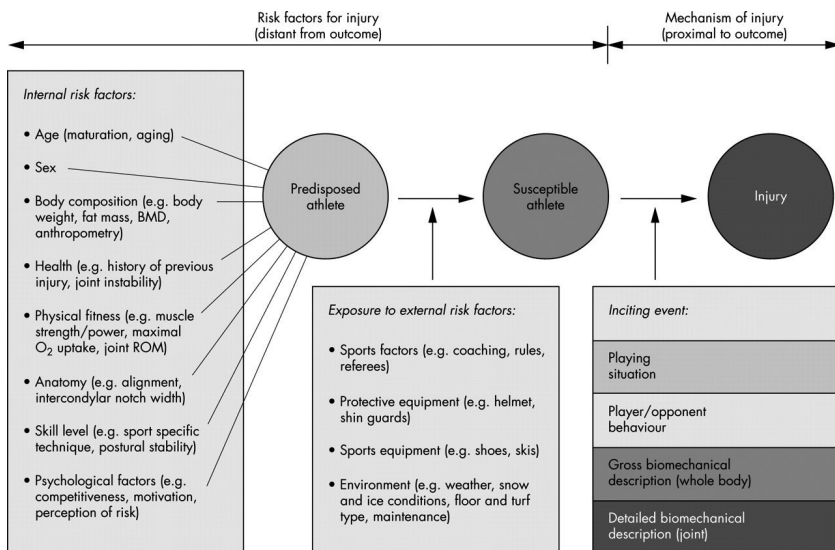
Eredményesség

Hägglund és munkatársai vizsgálta a sérülés incidencia és a csapatok teljesítménye közötti összefüggéseket. Eredményei szerint alacsony sérülés incidencia és magas rendelkezésre állási adatok sikeresebb szereplést tesznek lehetővé hazai és nemzetközi szinten egyaránt (13).

Sportterheléstől független sérülés megelőzési lehetőségek

Bahr és munkatársai cikke tartalmazza az egyik legátfogóbb elemzést, amely magában foglalja a sérüléshez vezető intrinsic és extrinsic faktorokat is (1. ábra) (3).

A sérüléshez vezető rizikófaktorok elemzésével foglalkozó kutatások sajnos sok nehézséggel küzdenek. A kutatási tervekben lévő különbségek, alacsony mintaszám és a rövid vizsgálati idő miatt az eredmények sajnos csak korlátozottan értékelhetőek. Bizonyos esetekben sajnos olyan alapfogalmak sem egyeztek, mint a sérülés és az újrásérülés fogalma. Ennek kiküszöbölésére 2006-ban az F–MARC rögzítette ezeket (10).



1. ábra Sérüléshez vezető intrinsic és extrinsic okok (3)

Sportterheléssel kapcsolatos prevenció

A legfontosabb rizikótényezőt, a korábbi sérülést kell elsőnek megemlítenünk. *Arnason* és munkatársai eredményei (1) szerint ez 4–7-szeres kockázat növekedést jelent.

Az új technológiákkal új lehetőségek is nyíltak. A GPS rendszert alapvetően katonai célokra fejlesztette ki az Egyesült Államok, azonban a technológia fejlődésével a 2000-es évek elején polgári használatra is alkalmassá vált. 2010-ben a mérete akkorára zsugorodott, hogy lehetővé vált a technológia sportolón való elhelyezése, ezzel ugrásszerűen megnövekedett a játékosokról szolgáltatott edzésadatok mennyiségét (4). Napjainkban gyorsulásmérőkkel és szívfrekvencia monitorokkal valós idejű adatok feldolgozására is nyílik már lehetőség.

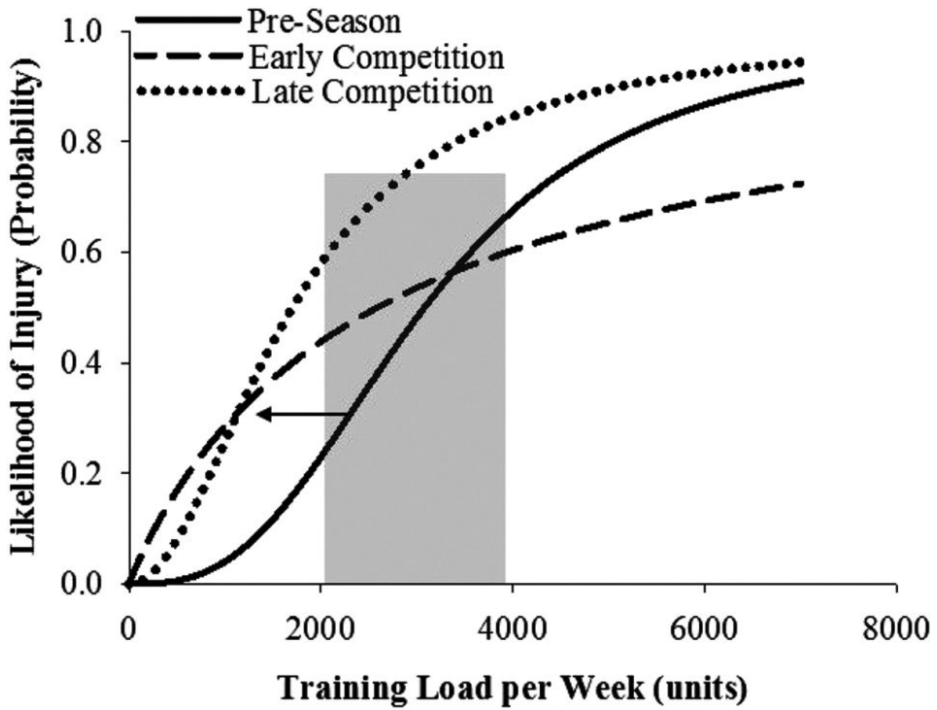
Összesített edzésterhelés

GPS technológiával rögzített sportterhelés feldolgozásában Bacon és munkatársai lineáris regresszió módszerét használták sérülések előrejelzésében (2). Három csoportra osztották játékosait; alacsony, normál és magas sportterhelésben részesült sportolók. Eredményeik szerint a magas sportterhelésben meggett teljes távolság több sportártalom kialakulásához vezetett, azonban ez az összefüggés nem volt igaz a magas intenzitású futásra. Ettől némileg eltérő eredményre jutottak *Ehrmann* és munkatársai, akik azt állapították meg, hogy

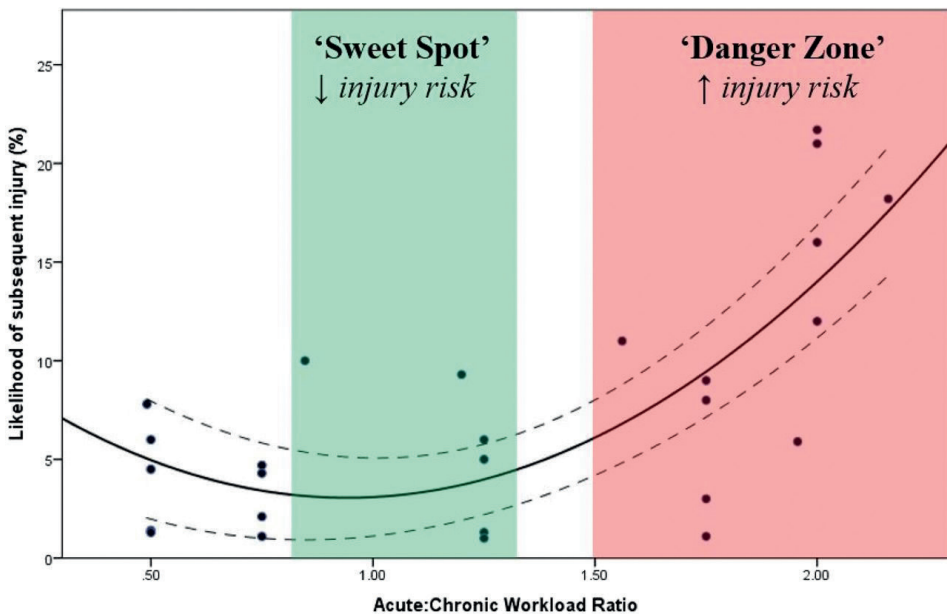
amennyiben egy időszakban az átlagos sportterhelés az éves átlag alatti, úgy a sérülések incidenciája nő (5). Egy érdekes megfigyelést írt le *Gabbett* munkacsoportja. Az irodalmi adatok túlnyomó többsége szerint a magas kummulatív összerhelés fokozza a sérülések előfordulásának incidenciáját, azonban ha a sportoló alkalmazkodik a megnövekedett terheléshez, akkor a későbbiekben alacsonyabb sérülés rizikóval kalkulálhat. *Gabbett* eredményei azt mutatták, hogy nem kizárólag a sportterhelés befolyásolja a sérülések incidenciáját, hanem a terhelés adagolása (11, 12) (2. ábra).

Egyre gyakrabban használt módszer a sérülés előrejelzésére az akut krónikus terhelésarány. Kezdetben egy hét akut terhelését hasonlították össze a megelőző négy hét krónikus terhelésével. Amennyiben ez az arány 1 feletti, akkor az akut terhelés magasabb, mint a krónikus. Az érték *Gabbett* kutatásai alapján 0,8–1,35 között optimális (11, 12). Ennek az aránynak a számolásához több változó használata is lehetséges, ilyen az összes meggett távolság, a magas intenzitású futással meggett távolság, vagy akár a gyorsulások száma.

Az akut/krónikus arány számolásával az előrejelzés pontosságának növekedését figyelték meg gördülő átlag (15), illetve exponenciális mozgó átlag alkalmazása esetén (16) (3. ábra).



2. ábra Edzés-sérülés paradoxon (12)



3. ábra Akut-krónikus arány ideális értéke (12)

Nagy adat (big data) gépi tanulás (machine learning)

A big data jelenség hatalmas (volume), nagyfokú változatossággal (variety) és komplexitással jellemezhető, gyorsan keletkező (velocity) és szaporodó adattömegek megjelenése, amelyek hasznosítására kevés idő áll rendelkezésre. Benne megtalálható a három „V”, (14), amely később kiegészül a veracity (valódiság) tulajdonsággal. A különbséget az jelenti, hogy egy-egy adat sérülésre gyakorolt hatásával ellentétben itt rengeteg adat együttes hatását vizsgálják.

A másik egyre gyakrabban használt módszer a gépi tanulás vagy machine learning. A gépi tanulás a Mesterséges Intelligencia (MI) egyik ága, olyan rendszerekkel foglalkoznak, amelyek tanulni képesek, azaz tapasztalatakból tudást generálnak. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a rendszer példa adatok, minták alapján képes önállóan, vagy emberi segítséggel szabályszerűségeket/szabályokat felismerni/meghatározni. A rendszer tehát nem csupán betanulja „kívülről” a mintákat, hanem képes ezek alapján olyan általánosításra, ami alapján – a tanulási szakasz végeztével – ismeretlen adatokra vonatkozólag is „helyes” döntéseket tud hozni (4. ábra).

A gépi tanulást először Rossi és munkatársai alkalmazták sérülés predikcióban (18). A predikció legfontosabb jellemzői a pontosság és a fedés.

A pontosság = $TP/(TP+FP)$; TP = true positive (valóban pozitív); FP = false positive

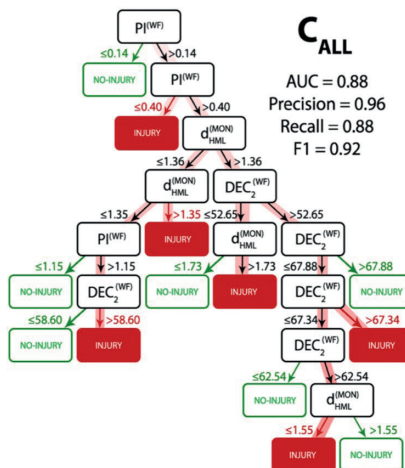
(tévesen pozitív). Amennyiben ez az érték magas, akkor a sérülés valószínűsége magas, ha alacsony, akkor sok felesleges pihentetést fog eredményezni.

A fedés = $TP/(TP+FN)$; FN false negatív (tévesen negatív). Alacsony értéke esetén a veszélyeztetett játékosok csak egy kis részét azonosítja, így sok sérülés fog bekövetkezni.

Rossi legjobb modelljének fedése 76%, pontossága 96% volt. Adatok elemzése után tudjuk, hogy a sportterhelés (19) és a sérülés rizikó (17) mérkőzéseken a legmagasabb. Rossi eredményeinek interpretálásakor figyelembe kell venni, hogy vizsgálataiban nem használhatott a FIFA tilalma miatt mérkőzés adatot. A nemzetközi szövetség azonban változtatott álláspontján és feloldotta a tilalmat (8). Ennek köszönhetően az előrejelzések még jobbak lehetnek.

A technika fejlődésével a modellek pontossága javul, az eszközök mérete és ára csökkenni fog, így egyre több csapat számára válik majd hozzáférhetővé. Reményeink szerint az a modell, ami egy csapatnál működik, alkalmas lehet arra, hogy más csapatoknál is eredményesen működjön, ezzel lehetővé téve a csapatok közötti együttműködést.

Az internet használatával a játékosokat a pályán kívül is tudjuk követni. Alvásfigyelőkkel, online étkezési naplókkal, a pályáról kapott adathalmazt tovább bővíthetjük, tovább növelve modellünk pontosságát. A holt szezonban történő monitorizálással elkerülhetjük az adathiányból eredő előrejelzési pontatlanságot.



4. ábra Döntési fa (18)

KÖVETKEZTETÉS

A sport tudományos háttere jelentős fejlődésen ment át az utóbbi években. Kezdetben a cél az volt, hogy a sérüléshez vezető rizikófaktorokat azonosítsuk, és ez általában az egészségügyi stábon kívül mást nagyon nem foglalkoztatótt. A sport iparszerű fejlődésével a kluboknak már gazdasági érdeke is fűződött ahhoz, hogy egyre hatékonyabb megelőző programokat alkalmazzanak, ezzel is pályán tartva játékosaikat. Az EPTS rendszerek sportban való

megjelenésével a hagyományos sérülésrizikókon túl új faktorok szerepét is vizsgálni kezdték, mint például az edzéssterhelésben bekövetkező hirtelen növekedést. Napjaink célja, hogy a sérülések bekövetkeztét előre jelezzük, ezáltal kivéve a játékosokat a sportexpozíció alól, ahol a sérülés bekövetkezett volna. Ebben a törekvésünkben a nagy adat és a gépi tanulás egy új ígéretes lépcsőfokot jelenthet, és egy olyan új világ kezdetét jelentheti, ahol nagyon közel kerülhetünk ahhoz, hogy elkerüljük legálább az összes non-kontakt sérülést.

IRODALOM

1. Arnason A., Sigurdsson S. B., Gudmundsson A., Holme I., Engebretsen L., Bahr R.: Risk factors for injuries in football. *Am. J. Sports Med.* 2004. 32. (1 Suppl): 5s-16s. <https://doi.org/10.1177/0363546503258912>
2. Bacon CS, Mauger AR. Prediction of overuse injuries in professional U18-U21 footballers. Using metrics of training distance and intensity. *J. Strength Cond. Res.* 2017. 31. (11): 3067-3076. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001744>
3. Bahr R., Krosshaug T.: Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br. J. Sports Med.* 2005. 39. (6): 324-329. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018341>
4. Cunningham M.: How GPS Watches Work. [Updated 6 March 2012]. Retrieved 2018-04-25 from <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/clocks-watches/gps-watch.htm>
5. Ehrmann F. E., Duncan C. S., Sindhusake D., Franzsen W. N., Greene D. A.: GPS and injury prevention in professional soccer. *J. Strength Cond. Res.* 2016. 30. (2): 360-367. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001093>
6. Ekstrand J., Gillquist J., Liljedahl S. O.: Prevention of soccer injuries. Supervision by doctor and physiotherapist. *Am. J. Sports Med.* 1983. 11. (3): 116-120. <https://doi.org/10.1177/036354658301100302>
7. Ekstrand J.: Keeping your top players on the pitch: the key to football medicine at a professional level. *Br. J. Sports Med.* 2013. 47. (12): 723-724. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092771>
8. Federation Internationale de Football Association (FIFA): Approval of Electronic Performance and Tracking System (EPTS) devices. 2015. Retrieved 2018-04-25 from [https://resources.fifa.com/mm/document/affederation/administration/02/66/27/59/circularno.1494-approvalofelectronicperformanceandtrackingsystem\(epts\)devices_neutral.pdf](https://resources.fifa.com/mm/document/affederation/administration/02/66/27/59/circularno.1494-approvalofelectronicperformanceandtrackingsystem(epts)devices_neutral.pdf)
9. Fernández-Cuevas I., Gomez-Carmon P. M., Sillero-Quintana M., Noya-Salces J., Arnaiz-Lastras J., Pastor-Barrón A.: Economic costs estimation of soccer injuries in first and second Spanish division professional teams. In: 15th annual congress of the European college of sport sciences ECSS. 23–26. June 2010.
10. Fuller C. W., Ekstrand J., Junge A., Andersen T. E., Bahr R., Dvorak J., Hägglund M., McCrory P., Meeuwisse W. H.: Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br. J. Sports Med.* 2006. 40. (3): 193-201. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.025270>
11. Gabbett T. J., Hulin B. T., Blanch P., Whiteley R.: High training workloads alone do not cause sports injuries: how you get there is the real issue. *Br. J. Sports Med.* 2016. 50. (8): 444-445. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095567>
12. Gabbett T. J.: The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br. J. Sports Med.* 2016. 50. (5): 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
13. Hägglund M., Waldén M., Magnusson H., Kristenson K., Bengtsson H., Ekstrand J.: Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br. J. Sports Med.* 2013. 47. (12): 738-742. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092215>
14. Laney D.: 3D Data management: Controlling data Volume, Velocity, and Variety. 2001. Retrieved 2018-04-25 from <https://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>
15. Malone S., Roe M., Doran D. A., Gabbett T. J., Collins K. D.: Protection against spikes in workload with aerobic fitness and playing experience: The role of the acute:chronic workload ratio on injury risk in elite gaelic football. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2017. 12. (3): 393-401. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0090>
16. Murray N. B., Gabbett T. J., Townshend A. D., Blanch P.: Calculating acute:chronic workload ratios using exponentially weighted moving averages provides a more sensitive indicator of injury likelihood than rolling averages. *Br. J. Sports Med.* 2017. 51. (9): 749-754. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097152>
17. Pffirrmann D., Herbst M., Ingelfinger P., Simon P., Tug S.: Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: A systematic review. *J. Athlet. Train.* 2016. 51. (5): 410-424. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.6.03>

18. Rossi A., Pappalardo L., Cintia P., Iaia F. M., Fernández J., Medina D.: *Effective injury prediction in professional soccer with GPS data and machine learning*. Submitted on 23 May 2017. Retrieved 2018-04-25 from <https://arxiv.org/pdf/1705.08079.pdf>
19. Varley I., Lewin R., Needham R., Thorpe R. T., Burbary R.: *Association between match activity variables, measures of fatigue and neuromuscular performance capacity following elite competitive soccer matches*. *J. Hum. Kinet.* 2017. 60: 93-99. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0093>

Dr. Pánics Gergely

Uzsoki Utcai Kórház, Ortopéd–Traumatológiai Osztály
1145 Budapest, Uzsoki u. 29.

