

Consideracions per a la millora de la resistència en el futbol

Considerations for Improving Endurance in Football

MIGUEL ÀNGEL CAMPOS VÁZQUEZ

Real Club Recreativo de Huelva S.A.D (Espanya)

Autor per a la correspondència

Miguel Ángel Campos Vázquez

camposvazquez@hotmail.com

Resum

A causa de la durada i els esforços requerits durant un partit de futbol, la millora de la resistència ha d'ocupar un lloc important en les planificacions que dissenyin els entrenadors i preparadors físics. El desenvolupament de dos paràmetres fisiològics sembla important a l'hora d'aconseguir aquestes millores: el consum màxim d'oxigen i el llindar anaeròbic. L'objectiu d'aquest treball és analitzar els diferents mètodes d'entrenament per a la resistència en el futbol que han demostrat la seva validesa, entre els quals es poden destacar l'entrenament intervàlic d'alta intensitat, les situacions reduïdes de joc, l'entrenament d'esprints repetits i l'entrenament continu. La utilització d'aquests mètodes al llarg de la temporada s'ha de basar en la valoració dels nivells de resistència dels jugadors, la qual cosa orientarà les possibles estratègies en la planificació, amb l'objectiu d'optimitzar el rendiment dels futbolistes.

Paraules clau: futbol, entrenament resistència, entrenament intervàlic d'alta intensitat, situacions reduïdes de joc, entrenament d'esprints repetits

Abstract

Considerations for Improving Endurance in Football

Due to the length of football matches and the effort required when playing in them, improving endurance should occupy an important place in the planning drawn up by coaches and trainers. The development of two physiological parameters seems important in achieving these improvements: maximal oxygen uptake and the anaerobic threshold. The aim of this paper is to analyse the various methods of endurance training in football that have proved their worth and which include high intensity interval training, small game situations, repeated sprint training and continuous training. Use of these methods during the course of the season should be based on the assessment of the players' endurance levels, which in turn will guide possible planning strategies in order to optimise the players' performance.

Keywords: *football, endurance training, high intensity interval training, small game situations, repeated sprint training*

Introducció

Malgrat que els jugadors de futbol no necessiten una extraordinària capacitat en alguna de les àrees del rendiment físic, els nous progressos en l'entrenament de la resistència tenen importants implicacions per a l'èxit dels futbolistes (Hoff & Helgerud, 2004). Per aplicar aquests mètodes és necessari conèixer prèviament les característiques psicofisiològiques del futbol.

Les demandes fisiològiques del futbol són de naturalesa intermitent (Di Salvo et al., 2007; Ziogas, Paras, Stergiou, & Georgoulis, 2011). A causa de la durada d'un partit de competició oficial, el futbol és un esport dependent principalment del metabolisme aeròbic (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006). La intensitat de treball mitjana, mesurada com el percentatge de la fre-

qüència cardíaca màxima (FCM), està prop del llindar anaeròbic: normalment entre el 80-90 % FCM (Hoff, 2005), encara que amb pics de freqüència cardíaca que arriben al 98 % (Bangsbo et al., 2006).

No obstant això, les accions més decisives són cobertes per mitjà del metabolisme anaeròbic: esprints curts, salts, entrades, duels individuals (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005). D'aquesta manera, les fases intenses d'exercici durant el joc provoquen un descens de les reserves de fosfocreatina, que posteriorment és resintetitzada en períodes de baixa intensitat i pot arribar a descendir de nivell fins al 30 % dels valors de repòs durant períodes del joc amb un nombre elevat d'accions intenses amb breus períodes de recuperació (Bangsbo et al., 2006).

En aquesta dinàmica d'esforç, és impossible mantenir fisiològicament una alta intensitat mitjana per llargs períodes de temps a causa de l'acumulació de lactat sanguini resultant. Per això els partits de futbol mostren períodes i situacions d'activitat d'alta intensitat (amb pics en l'acumulació de lactat), als quals succeeixen períodes d'activitat de baixa intensitat per eliminar el lactat dels músculs actius (Stolen et al., 2005).

En aquest entramat de diferents intensitats i tipus d'accions, el *consum màxim d'oxigen (VO₂ max)* és considerat com el component més important del rendiment en resistència aeròbica (Hoff & Helgerud, 2004; Ziogas et al., 2011). Està afectat principalment per factors centrals en esportistes d'alt nivell per la capacitat del sistema cardiovascular de transportar oxigen als músculs actius (Impellizzeri, Rampinini, & Marcora, 2005). En jugadors masculins de camp oscil·la entre els 50-75 ml/kg/min, i existeix una correlació significativa entre VO₂ max i la distància coberta durant un partit (Hoff, 2005).

D'altra banda, hi ha el màxim estat estable de lactat utilitzat per valorar el *llindar anaeròbic*, que representa la intensitat màxima d'exercici que pot ser mantinguda durant el temps i sense acumulació contínua de lactat (Dittrich, Da Silva, Castagna, De Lucas, & Guglielmo, 2011). El llindar anaeròbic està afectat per factors tant centrals com perifèrics (capacitat de la perifèria d'utilitzar l'oxigen: mitocondries, activitat enzimàtica...) (Ziogas et al., 2011), i en futbolistes se situa entre el 76,6 i el 90,3 de la freqüència cardíaca màxima (Stolen et al., 2005).

Valoració de la resistència

El rendiment en resistència per als jugadors de futbol està representat per la quantitat de treball efectuat en un partit. Però com que això no és fàcil de calcular s'utilitzen altres indicadors com la distància total coberta, el nombre d'esprints fets o el temps que està el jugador en cada zona d'intensitat (Hoff, 2005).

Per a l'avaluació de la resistència en el futbol, es poden dur a terme mesuraments fisiològics per a la determinació de la capacitat i potència aeròbiques, o avaluacions del rendiment específic en futbol, que puguin aportar estimacions dels paràmetres esmentats (Impellizzeri et al., 2005).

Seguint aquest criteri, els tests es poden fer en *laboratori* (test per a la determinació del VO₂ max, o test per a la determinació del llindar anaeròbic) o al *camp* (tests que avaluen el rendiment aeròbic i anaeròbic dels futbolistes).

Tradicionalment s'han utilitzat protocols continus (Conconi, Ferrari, Ziglio, Droghetti, & Codeca, 1982; Leger & Boucher, 1980) en les propostes dels tests. No obstant això, l'aplicabilitat d'aquests tests en els esports de naturalesa intermitent, com ara el futbol, ha estat qüestionada (Bangsbo, Iaia, & Krustup, 2008). Alguns tests de camp proporcionen resultats més específics als esports col·lectius, com per exemple diversos protocols intermitents com els test io-io de recuperació intermitent (Bangsbo et al., 2008; Bradley et al., 2011), el recentment validat test de Carminatti (Dittrich et al., 2011) o protocols de valoració de RSA (Impellizzeri et al., 2008). Aquest tipus de proves intenten simular els patrons d'activitat durant un partit per obtenir una alta correlació amb el rendiment en resistència durant aquest (Hoff, 2005), i fins i tot presenten una relació significativa amb el nivell esportiu dels jugadors que els executen (Bangsbo et al., 2008). No obstant això, malgrat aquest important benefici, cap test de camp no determinarà amb precisió el rendiment en un partit de futbol a causa de la dificultat d'aïllar la importància del paràmetre o paràmetres avaluats quan les demandes de rendiment són tan complexes (Svensson & Drust, 2005).

Entrenament per incrementar la resistència en futbol

Entrenament intervàlic d'alta intensitat (EIAI)

La *despesa cardíaca* limita el VO₂ max en individus ben entrenats. Així que per millorar-lo, davant la impossibilitat de millorar l'FCM, és possible fer-ho mitjançant la *millora del volum sistòlic màxim*. L'interval *training* fet en una intensitat d'exercici corresponent al 90-95 % de l'FCM durant 3-8 minuts, amb una recuperació activa de 2-3 minuts al 70 % de l'FCM, és tremendament efectiu per millorar el volum sistòlic i per tant el VO₂ max (Stolen et al., 2005). Un dels primers estudis que va aplicar aquests paràmetres al futbol va proposar la realització de 4 × 4 minuts al 90-95 % de l'FCM amb 3 minuts de recuperació activa entre sèries en joves jugadors d'elit fent-ho 2 vegades per setmana durant 8 setmanes. Van millorar de manera significativa els paràmetres següents: VO₂ max; llindar anaeròbic; economia de carrera; distància coberta, nombre d'esprints i nombre d'accions amb pilota en els partits de competició, i la intensitat mitjana de treball mesurada com a percentatge de la freqüència cardíaca màxima. No va tenir efectes

negatiu sobre la força, potència o rendiment en velocitat (Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001).

Amb aquests mateixos paràmetres fisiològics, un nou treball (Hoff, Wisloff, Engen, Kemi, & Helgerud, 2002) va confirmar com a mètode efectiu per millorar l'aptitud aeròbica la realització d'un circuit amb pilota en una pista.

Més interessant encara va resultar un altre estudi amb jugadors professionals d'àmbit nacional, que va aplicar una proposta combinada d'entrenament d'esprints repetits (12-15 × 40 metres amb 30 s de recuperació passiva) amb entrenament intermitent d'alta intensitat (2 sèries, 12-15 carreres de 15 a al 120 % de la velocitat màxima aeròbica VAM, amb 15 s de recuperació passiva). Aquestes dues sessions es feien setmanalment durant 10 setmanes i van aconseguir millorar de manera significativa tant la VAM com el temps en esprint de 40 m (paràmetres òbviament importants per al rendiment). Prèviament a aquest període els jugadors van ser sotmesos a un altre període de control de 10 setmanes, en el qual l'entrenament només es va basar en propostes d'habilitats tècniques i tàctiques. Com a dada important, el rendiment de l'equip pel que fa a resultats no sols no es va afectar, sinó que va millorar de manera ostensible (Dupont, Akakpo, & Berthoin, 2004).

Nous estudis han comparat l'eficàcia de l'EIAI amb la de l'entrenament de volum a intensitats mitjanes (60-80 % FC màxima) sobre el VO_2 max en jugadors adolescents (Sperlich et al., 2011), i han obtingut resultats clarament favorables a l'EIAI.

Situacions de joc reduïdes (small side games)

Les situacions de joc reduïdes (SJR) són jocs en àrees reduïdes que sovint usen regles adaptades en els quals participen un nombre menys gran de jugadors que en el joc reglamentari de futbol. Les SJR semblen replicar la demanda de moviments, intensitat fisiològica i requeriments tècnics d'un partit de competició (Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri, & Coutts, 2011). En concret, tenen un alt potencial per augmentar la capacitat aeròbica amb la participació de la pilota, que pot satisfer tant científics de l'esport com entrenadors i les demandes dels jugadors (Owen, Wong, Paul, & Dellal, 2012).

Per demostrar-ne la validesa, un estudi es va fer comparant els beneficis de l'interval *training* amb dues propostes (Impellizzeri et al., 2006). Un grup feia el treball tal com proposaven Helgerud et al., 2001, mentre que un

altre grup feia situacions de joc reduït (des de 3 × 3 fins a 5 × 5) amb la mateixa durada (2 vegades per setmana durant 8 setmanes), volum (4 × 4 min) i recuperació (3 min), i en les quals les regles de joc havien estat modificades perquè la freqüència cardíaca s'acostés a aquest 90-95 % del valor màxim. Aquest treball, que es va fer amb joves jugadors pertanyents a les categories inferiors d'equips professionals, va aconseguir millores en l'aptitud aeròbica dels dos grups (VO_2 max i velocitat lliandar anaeròbic) sense diferències significatives entre ambdós grups. Per controlar la intensitat d'entrenament en aquestes tasques de joc reduït, el control de la freqüència cardíaca ha demostrat ser efectiu (Hoff et al., 2002). Un altre estudi, aquesta vegada amb jugadors professionals en període competitiu, després de la realització de 7 sessions SJR (3 × 3 + porter) en 4 setmanes va aconseguir millores significatives del rendiment en RSA i en l'economia de cursa a 9, 11 i 14 km/h. (Owen et al., 2012)

No obstant això, també s'ha comprovat que els jugadors professionals amb valors de VO_2 max més elevats aconseguixen intensitats més baixes en aquestes SJR, per la qual cosa els beneficis esperats per aquest entrenament podrien no ser aconseguits (Hoff et al., 2002). A més a més, també sembla existir una alta *variabilitat intersubjectes* en analitzar el percentatge de la freqüència cardíaca de reserva en què s'executen diferents modalitats de SJR, en què els valors de freqüència cardíaca de reserva arriben a ser 2 vegades menys homogenis durant les SJR comparats amb els obtinguts en aplicar mètodes de treball intermitent en cursa (Dellal et al., 2008). Les possibles diferències entre jugadors professionals i *amateurs* també es reflecteixen en aquest tipus d'entrenament, tal com ha demostrat un estudi en aplicar les mateixes SJR en les dues poblacions referenciades, els jugadors professionals han obtingut diferències significatives quant a la major distància coberta tant en esprint com en alta intensitat en aquest tipus de tasques (Dellal, Hill-Haas, Lago-Penas, & Chamari, 2011).

En tot cas, sembla clar que manejar una sèrie de variables com el tipus d'exercici, les dimensions del terreny i els estímuls verbals per part de l'entrenador poden ser importants en el disseny de les SJR perquè s'aconsegueixen les intensitats fisiològiques requerides (Rampinini et al., 2007).

Entrenament d'esprints repetits

En els últims anys un nou mètode d'aplicació específica en el futbol ha intentat demostrar la seva eficàcia

Estudi	Protocol	Resultats
Ferrari Bravo et al., 2008 Joves jugadors elit 7 setmanes Protocol 2 vegades/setmana	3 × 6 × 40 metres (20 + 20 anada i tornada) 20 s recuperació entre esprints 4 min entre sèries	Millores VO ₂ max similars a protocol d'Helgerud et al. 2001 Millores significatives test io-io de recuperació intermitent i test RSA respecte a les obtingudes amb protocol esmentat
Tonnessen, Shalfawi, Haugen, & Enoksen, 2011 Joves jugadors elit 10 setmanes Protocol 1 vegada/setmana	Varia setmanalment. Des de 2 × 4 × 40 metres, amb 1 min 30 s de recuperació entre repeticions i 10 min entre sèries, fins a 5 × 4 × 40 metres amb idèntiques recuperacions.	Millores significatives en 10 × 40 metres RSA i en velocitat màxima en 20 metres (respecte a grup control)
Buchheit, Mendez-Villanueva, Delhomel, Brughelli, & Ahmaidi, 2010 Joves jugadors elit 10 setmanes Protocol 1 vegada/setmana	2-3 × 5-6 × 15-20 metres, con 14 s de recuperació passiva o 23 s de recuperació activa	Tendència cap a la significació estadística en les millores dels paràmetres relacionats amb l'RSA respecte a grup experimental que fa protocol de força explosiva

Taula 1

Protocols mitjançant RSA en joves jugadors d'elit

per millorar el VO₂ max. Es tracta del denominat RSA (*repeated sprint ability*). Està basat en la realització de diversos esprints de curta durada (< 6 segons) amb períodes de recuperació molt breus (< de 30 segons) (Mujika, Spencer, Santisteban, Goiriena, & Bishop, 2009). L'argumentació científica del mètode parteix de l'anàlisi següent. En futbol es fa un esprint de 2-3 segons cada minut o cada 2 minuts. Aquesta densitat d'esprints és insuficient perquè el rendiment es vegi compromès, ja que el temps de recuperació és bastant ampli. No obstant això, els jugadors fan un altre tipus d'esforç en aquestes "recuperacions" que pot portar a la fatiga, com ara contraccions excèntriques, canvis de direcció, cursa a diferents intensitats... A més a més, a causa de la naturalesa impredecible del futbol, períodes curts on se succeeixen diversos esprints poden ocórrer al llarg del partit, amb una possible incidència en el resultat del partit si l'organisme no està preparat per a això (Spencer, Bishop, Dawson, & Goodman, 2005).

El mètode RSA cerca una resposta metabòlica similar al que ocorre durant un partit de futbol, com descens del pH, fosfocreatina i ATP, activació de la glucòlisi anaeròbica i una significativa participació del metabolisme aeròbic (Ferrari Bravo et al., 2008). Amb l'aplicació d'aquest mètode, millores sobre el VO₂ max, sobre els paràmetres relacionats amb la RSA i sobre la resistència específica intermitent han estat provades en joves futbolistes d'elit (*taula 1*). Un aspecte que pot ser important a l'hora d'establir el volum d'esprints que cal fer en un treball RSA és l'anàlisi de la competició. Durant un partit de futbol es recorren en esprint entre 670 i 975 me-

tres (Spencer et al., 2005), xifra que ha variat durant els últims vint anys a causa dels canvis en la condició física dels futbolistes, i que no és similar en totes les posicions que ocupen els jugadors al terreny de joc. Per tant, aquesta anàlisi prèvia és necessària abans de fixar el volum d'esprints que cal fer.

Entrenament continu

Un altre paràmetre fisiològic que cal millorar és la *velocitat lllindar anaeròbica*. L'evolució d'aquest paràmetre al llarg de la temporada es va poder comprovar en un estudi fet amb jugadors professionals de la primera divisió de la lliga espanyola, que van ser testats al començament de la temporada (setembre), moment en què van presentar valors de VO₂ max elevats i difícilment millorables, i al començament de la segona volta (febrer), amb millores significatives en la velocitat lllindar anaeròbica (de 12,4 a 13,1 km/h) sense augment significatiu del VO₂ max, i van demostrar tenir en aquest moment un bon nivell de condició aeròbica (Casajus, 2001). Resultats semblants s'han obtingut en altres estudis, en els quals el lllindar anaeròbic ha demostrat reflectir l'estat d'entrenament en jugadors professionals, fins i tot per sobre del VO₂ max (Edwards, Clark, & Macfadyen, 2003). Totes aquestes dades estarien d'acord amb les obtingudes en diversos estudis per Bangsbo, que conclouen que el VO₂ max no sempre és sensible als canvis induïts per l'entrenament de l'aptitud aeròbica, mentre que el lllindar anaeròbic sí que ho és (Impellizzeri et al., 2005).

A més a més, recentment s'ha mostrat que és l'únic factor diferenciador pel que fa a la resistència entre equips de diferents divisions al començament de les pretemporades (Ziogas et al., 2011). Aquestes diferències al començament de la pretemporada poden ajudar a orientar de manera específica l'entrenament, en aquest important període, cap a la millora de la velocitat lliandar anaeròbica, sobretot en equips d'inferior categoria a l'elit, perquè aquesta velocitat reflecteix l'estatus fisiològic del jugador de futbol professional. A més a més, les avaluacions submàximes del lactat sanguini de jugadors de futbol poden ser utilitzades com a indicador de canvis en els nivells de resistència dels futbolistes després de períodes específics d'entrenament (McMillan et al., 2005).

Per millorar la velocitat lliandar anaeròbica, pot ser interessant la realització de cursa contínua amb volums pròxims a 30 minuts i amb intensitats corresponents al 85-90 % de la freqüència cardíaca màxima, encara que no és menys cert que un bon entrenament per millorar la velocitat lliandar anaeròbica en termes absoluts pot ser el que millori el VO_2 max (Stolen et al., 2005).

També l'economia de cursa pot afectar el rendiment en resistència. Per exemple, millores del 5 % en l'economia de cursa (valorada com el VO_2 mitjà a la velocitat de 12 km/h, obtingut en test de càrregues progressives en tapis rodant fins a l'esgotament) poden incrementar la distància coberta en un partit aproximadament 1.000 metres, fins i tot en absència de millores en el VO_2 max. En comparar equips de diferents categories i amb similars VO_2 max, els jugadors dels equips de superior categoria sempre van tenir millors valors d'economia de cursa (Ziogas et al., 2011). Certs tipus d'entrenament, com per exemple carreres llargues i contínues, o alternances entre intervals llargs i curts, tenen més impacte en l'economia de cursa (Ziogas et al., 2011).

Aspectes que cal tenir en compte al llarg de la temporada

Malgrat que alguns autors pensen que durant la temporada competitiva és difícil incrementar els valors de resistència dels jugadors, a causa de l'alt volum de partits jugats (Edwards et al., 2003), el disseny d'una bona planificació en la qual prevalgui el treball eficient pot ser de summa importància per mantenir i elevar el rendiment dels futbolistes. Per a això, poden ser d'utilitat les observacions següents:

- Si tant el VO_2 max com la velocitat lliandar anaeròbica presenten valors baixos, els mètodes d'entrenament s'han de focalitzar tant en la millora de la despesa cardíaca com en les adaptacions perifèriques. No obstant això, si només la velocitat lliandar és baixa, amb valors de VO_2 max normals, els programes d'entrenament han d'anar dirigits només a la millora de la velocitat lliandar anaeròbica (Ziogas et al., 2011). Això podria permetre, al jugador de futbol amb una velocitat lliandar anaeròbica més alta, mantenir una intensitat mitjana més elevada sense acumulació de lactat (Edwards et al., 2003; McMillan et al., 2005).
- Seleccionar objectivament el mètode de treball apropiat per a cada època de la temporada. Per exemple, la pretemporada pot ser un moment adequat per a la millora de la velocitat lliandar anaeròbica, tal com s'ha argumentat anteriorment. D'altra banda, la temporada competitiva podria ser idònia per a una utilització correcta de les SJR a causa de la major motivació i *divertimento* dels jugadors; no obstant això, un excés de confiança en aquesta forma d'entrenament pot ocultar debilitats específiques dins un perfil de jugadors.
- Malgrat que en aquest treball només es detallen els mètodes d'entrenament de resistència, a causa dels requeriments psicofisiològics del partit especificats en el primer punt ha de ser necessari un adequat treball de força. En aquest sentit, els efectes positius de l'entrenament concurrent en el futbol cada dia semblen més evidents (Helgerud, Rodas, Kemi, & Hoff, 2011; Lopez-Segovia, Palao Andres, & Gonzalez-Badillo, 2010; Wong, Chaouachi, Chamari, Dellal, & Wisloff, 2010). A més a més, el control de la càrrega fisiològica en les tasques tecnicotàctiques ha de dur-se a terme a fi d'evitar un excés d'intensitat en aquestes càrregues que al costat de l'entrenament específic de resistència pugui portar al jugador a un estat de sobreentrenament.
- La realització de tests periòdicament ajudarà a individualitzar el procés. Respecte als tests que cal fer, és interessant saber que el rendiment en RSA i en resistència intermitent d'alta intensitat (avaluat amb test io-io) ha de ser considerat com a variable semiindependent (algunes variables d'ambdós presenten una relació significativa), per la qual cosa se suggereix que ambdós tipus de test han de ser

introduïts en els protocols d'avaluació dels equips de futbol (Chaouachi et al., 2010).

- Futurs estudis podrien anar encaminats a veure l'efecte de la combinació de mètodes. Per exemple, com que sembla que hi ha una important correlació entre els índexs obtinguts després del test RSA i la velocitat lliandar anaeròbica (Da Silva, Guglielmo, & Bishop, 2010), estudis on es combinin setmanalment treballs RSA amb treballs per a la millora de la velocitat lliandar anaeròbica podrien resultar interessants.

Com a resum, cal destacar que sembla possible millorar la condició aeròbica durant la temporada sense perjudicar el rendiment en termes de resultats. L'elecció del mètode i protocol de treball adequat hauria d'estar en funció de l'època de la temporada i del nivell de resistència dels jugadors. Perquè aquesta millora sigui possible, haurien de tenir-se en compte aspectes com el control de la càrrega tant de les tasques específiques de resistència com de les tasques tecnicotàctiques per mitjà de l'anàlisi de la freqüència cardíaca i un adequat disseny en les tasques d'acord amb les característiques dels jugadors.

Referències

- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51. doi:10.2165/00007256-200838010-00004
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665-674. doi:10.1080/02640410500482529
- Bradley, P. S., Mohr, M., Bendiksen, M., Randers, M. B., Flindt, M., Barnes, C., Krstrup, P. (2011). Sub-maximal and maximal Yo-Yo intermittent endurance test level 2: Heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. *European Journal of Applied Physiology*, 111(6), 969-978. doi:10.1007/s00421-010-1721-2
- Casajus, J. A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(4), 463-469.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: Repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bf0223
- Conconi, F., Ferrari, M., Ziglio, P. G., Droghetti, P., & Codeca, L. (1982). Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *Journal of Applied Physiology*, 52(4), 869-873.
- Chaouachi, A., Manzi, V., Wong del, P., Chaalali, A., Laurencelle, L., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Intermittent endurance and repeated sprint ability in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2663-2669. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e34774
- Da Silva, J. F., Guglielmo, L. G., & Bishop, D. (2010). Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2115-2121. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e34794
- Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T., & Keller, D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: A comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1449-1457. doi:10.1519/JSC.0b013e31817398c6
- Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C., & Chamari, K. (2011). Small-sided games in soccer: amateur vs. professional players' physiological responses, physical, and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2371-2381. doi:10.1519/JSC.0b013e3181fb4296
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschann, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227. doi:10.1055/s-2006-924294
- Dittrich, N., Da Silva, J. F., Castagna, C., de Lucas, R. D., & Guglielmo, L. G. (2011). Validity of Carminatti's test to determine physiological indices of aerobic power and capacity in soccer and futsal players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3099-3106. doi:10.1519/JSC.0b013e3182132ce7
- Dupont, G., Akapko, K., & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 584-589. doi:10.1519/00124278-200408000-00034
- Edwards, A., Clark, N., & Macfadyen, A. (2003). Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. *Journal of Sports Science and Medicine* (2), 23-29.
- Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 668-674. doi:10.1055/s-2007-989371
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1925-1931. doi:10.1097/00005768-200111000-00019
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International Journal of Sports Medicine*, 32(9), 677-682. doi:10.1055/s-0031-1275742
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: A systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220. doi:10.2165/11539740-000000000-00000
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573-582. doi:10.1080/02640410400021252
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: Physiological considerations. *Sports Medicine*, 34(3), 165-180. doi:10.2165/00007256-200434030-00003
- Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221. doi:10.1136/bjism.36.3.218
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-492. doi:10.1055/s-2005-865839
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., Ferrari Bravo, D., Tibaudi, A., & Wisloff, U. (2008). Validity of a

- repeated-sprint test for football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), 899-905. doi:10.1055/s-2008-1038491
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 583-592. doi:10.1080/02640410400021278
- Leger, L., & Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montreal track test. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 5(2), 77-84.
- Lopez-Segovia, M., Palao Andres, J. M., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2010). Effect of 4 months of training on aerobic power, strength, and acceleration in two under-19 soccer teams. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2705-2714. doi:10.1519/JSC.0b013e3181cc237d
- McMillan, K., Helgerud, J., Grant, S. J., Newell, J., Wilson, J., Macdonald, R., & Hoff, J. (2005). Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. *British Journal of Sports Medicine*, 39(7), 432-436. doi:10.1136/bjism.2004.012260
- Mujika, I., Spencer, M., Santisteban, J., Goirierna, J. J., & Bishop, D. (2009). Age-related differences in repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *Journal of Sports Sciences*, 27(14), 1581-1590. doi:10.1080/02640410903350281
- Owen, A., Wong, D. P., Paul, D., & Dellal, A. (2012). Effects of a periodised small-sided game training intervention on physical performance in elite professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2748-2754. doi:10.1519/JSC.0b013e318242d2d1
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659-666. doi:10.1080/02640410600811858
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: Specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044. doi:10.2165/00007256-200535120-00003
- Sperlich, B., De Marees, M., Koehler, K., Linville, J., Holmberg, H. C., & Mester, J. (2011). Effects of 5 weeks of high-intensity interval training vs. volume training in 14-year-old soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1271-1278. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d67c38
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Tonnessen, E., Shalfawi, S. A., Haugen, T., & Enoksen, E. (2011). The effect of 40-m repeated sprint training on maximum sprinting speed, repeated sprint speed endurance, vertical jump, and aerobic capacity in young elite male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2364-2370. doi:10.1519/JSC.0b013e3181cc2291
- Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 601-618. doi:10.1080/02640410400021294
- Wong, P. L., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U. (2010). Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players, 24(3), 653-660. doi:10.1519/JSC.0b013e3181aa36a2
- Ziogas, G. G., Patras, K. N., Stergiou, N., & Georgoulis, A. D. (2011). Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when testing elite soccer players during preseason. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 414-419. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bac3b9