ا لوحدة 3 تشخيص الرياضات الجماعية بالتركيز على كرة القدم. تحليل المتطلبات الفيزيائية

ا لوحدة 3.1 تحليل الرياضة اللاحلقية (غير الدورية)

الموضوع 3.1.1 الخصائص العامة للرياضات الجماعية

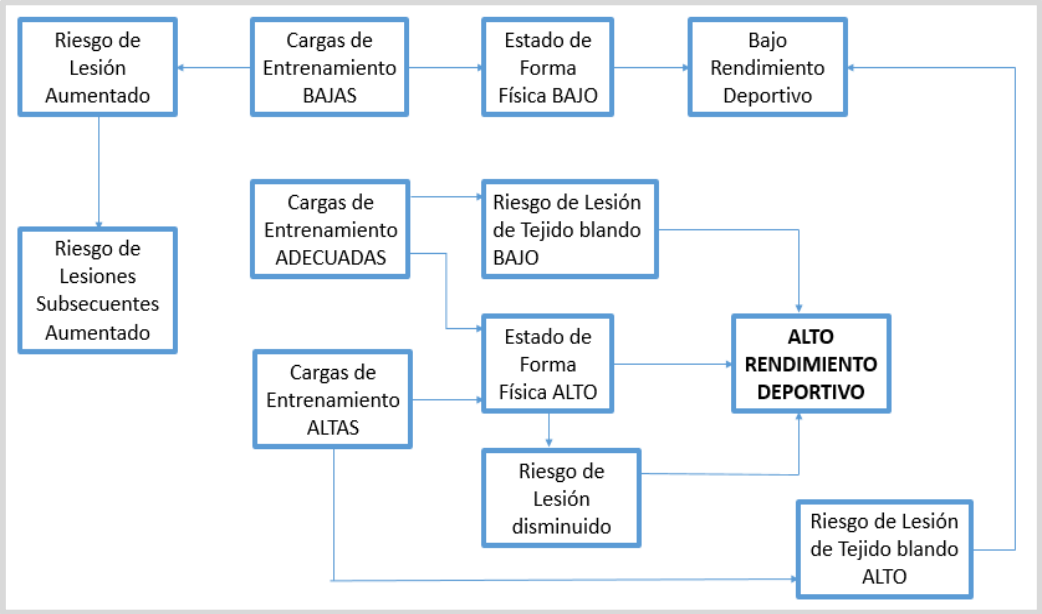
لكي نتمكن من معرفة وتحليل الاستجابات الفسيولوجية لفريق الرياضيين في تخصصاتهم يجب علينا تقديم وصف صحيح لهم من حيث المسافات، والأوقات، وأنماط اللعبة، وما إلى ذلك. لهذا السبب سوف نعرض فيما يلي الصفات العامة التي تمثل هذا النوع من النشاط في حالته غير الدورية. سيتم القيام بذلك لاحقًا لتكون قادرًا على الوصول إلى استنتاجات أكثر دقة حول كيفية تأثيرها على أداء الرياضيين على المستويات العامة وتسهيل نهج كل رياضة على وجه الخصوص.

الهدف الرئيسي من معرفة هذه البيانات هو أن تكون قادرًا على جعل جدول التدريب وإعداد الفرق للمنافسة أكثر كفاءة. بمعنى، تحقيق أداء كافٍ للمشاركة في المنافسة بنجاح، بأقل تكلفة طاقة ممكنة أو خطر للإصابة.

لسنوات عديدة، طبق المدربون والمدربون البدنيون للرياضات الجماعية أنظمة تدريب مشتقة من ألعاب القوى لتطوير الصفات البدنية للرياضيين دون إدراك المكون غير الدوري الذي يميز الرياضات الجماعية. هذه الممارسة، التي امتدت على نطاق واسع بين الفرق والمدربين رفيعي المستوى، كان من الممكن أن تؤدي في بعض الأحيان إلى مشكلتين رئيسيتين: تطوير الرياضيين ذوي المجهودات غير المناسبة لتحقيق الأداء الرياضي الأمثل من ناحية، ومن ناحية أخرى ربما يكون الأمر أكثر خطورة، حيث يؤدي إلى الإفراط في الاستخدام، والاستخدام المزدوج لمصادر أو رواسب الطاقة المخصصة لتلبية متطلبات التدريب. فيما يتعلق بهذا، اقترح مالون (2017) أن الأشخاص الذين لديهم قدرة هوائية متقطعة أكبر لديهم مخاطر أقل للإصابة في كرة القدم النخبة، على الرغم من أنه ليس من الحكمة تحويل هذا الارتباط إلى القدرة على ممارسة الرياضة بطريقة مستقرة ومستمرة. يشير هذا -كما قلنا سابقًا- إلى خصوصية الحالة البدنية للرياضي بالنوع الذي يمارسه. لهذا السبب، يوصى بمراقبة شاملة لأحمال التدريب وفترة زمنية مناسبة لها؛ لأن نفس حمل التدريب المطلق قد يكون أكثر أو أقل خطورة وفقًا للحظة الموسم التي يوجد فيها الفريق. بالإضافة إلى ذلك فيما يتعلق بخطر الإصابة، يقترح غيبيت (2016) أن حمل التدريب المحدد أمر حيوي عندما يتعلق الأمر بالوقاية من الإصابات، وأنه كلما زادت كثافة التدريب قل خطر الإصابة في الرياضات الجماعية. على الرغم من ذلك، غالبًا ما تؤدي كثافة التدريب العالية إلى خطر إصابة الأنسجة الرخوة، ومن ثَم قد يكون من الضروري تقليل حمل التدريب في أوقات معينة من الموسم. يقترح غيبيت (2016) أن أحمال التدريب المنخفضة مرتبطة بمخاطر عالية للإصابة بسبب انخفاض الحالة البدنية للرياضيين. بمجرد إصابة اللاعب يصبح من الصعب على أعضاء السلك الطبي والمدربين البدنيين إيجاد اللحظة المناسبة لإدراج اللاعب مرة أخرى في التدريبات الجماعية مع زملائه في الفريق بسبب صعوبة إيجاد الجرعة المناسبة من حمل التدريب الذي يحميه من الإصابة مرة أخرى. ترجع هذه الصعوبة إلى حقيقة أنه إذا

شارك اللاعب في التدريب بأحمال لم يكن مستعدًا لها بعد فسيكون لديه مخاطر إصابة عالية، ولكن إذا بقي في أحمال منخفضة فلن يصل إلى المستويات البدنية الكافية لدعم عبء المنافسة.

الشكل رقم 1: العلاقة بين أحمال التدريب واللياقة البدنية ومخاطر الإصابة.



المصدر: معدل من غيبيت (2016).

Riesgo de Lesión Aumentado	زيادة خطر الإصابة
Riesgo de Lesiones Subsecuentes Aumentado	زيادة مخاطر الإصابة اللاحقة
Cargas de Entrenamiento BAJAS	أحمال تدريب منخفضة
Cargas de Entrenamiento ADECUADAS	أحمال التدريب المناسبة
Cargas de Entrenamiento ALTAS	أحمال تدريب عالية
Estado de Forma Física BAJO	حالة لياقة منخفضة
Riesgo de Lesión de Tejido blando BAJO	مخاطر إصابة الأنسجة الرخوة منخفضة
Estado de Forma Física ALTO	حالة لياقة عالية
Riesgo de Lesión de disminuido	تقليل مخاطر الإصابة
Bajo Rendimiento Deportivo	أداء رياضي منخفض
ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO	أداء رياضي عالٍ
Riesgo de Lesión de Tejido blando ALTO	ارتفاع مخاطر إصابة الأنسجة الرخوة

بالعودة إلى العلاقة بين الحالة البدنية المحددة في كل رياضة، وفقًا لكاسس (2009) "سيتم تحقيق أقصى أداء من خلال الوصول إلى ملف تعريف للجهد من خلال عملية تدريبية تلبي الخصائص المحددة لتلك الرياضة". هذا هو أحد المعايير التي يجب على الهيئات الفنية بموجبها تطوير منهجياتها التدريبية. كما لا ينبغي أن ننسى -كما قلنا من قبل- أن

خصوصية الحالة البدنية لا تتحدد فقط بنوع التدريب البدني الذي نقترحه على الرياضي ولكن أيضًا من خلال العبء المطلق، وهذا يشمل إلى حد كبير الحمل أثناء المنافسة.

من المفهوم أن الرياضات الدورية هي تلك الأنشطة التي تتكرر فيها نفس الحركة باستمرار من بداية الاختبار إلى نهايته. يتم تضمين الأنشطة مثل المشي، والجري، والسباحة، والدواسة، والتجديف. في المقابل، تتكون الرياضات غير الدورية من دمج الوظائف في حركة ويمكن تصنيفها على أنها بسيطة أو معقدة. الرياضات غير الدورية البسيطة أو الخالصة هي تلك الاختبارات التي يتم فيها تنفيذ إيماءة واحدة أو إجراء أو مجموع الإجراءات الفريدة المختلفة من البداية حتى نهاية الاختبار وتشمل تجارب الرمي، والقفز، ورفع الأثقال، والجمباز. من ناحية أخرى، لدينا المجموعة الرياضية التي ستكون محور دراستنا. داخل المجمع أو الدورات المعقدة، نجد الرياضات الجماعية، والملاكمة، والمصارعة، ورياضات المضرب... إلخ التي سنصفها في القسم التالي.

الخصائص العامة للرياضة غير الدورية

فيما يلي الصفات الأساسية التي تميز الرياضات الجماعية بأنها غير دورية:

- التقطع: يستجيب للديناميكيات المتعلقة بالتوقفات المستمرة وبدايات اللعبة. إنها جودة تخضع لقواعد كل رياضة تحدد أوقات، وأشكال، ومسافات اللعبة.
- الموقف: يؤدي كل إجراء إلى عدد من ردود الفعل المحتملة وما إلى ذلك حتى التوقف التالي للعبة. في حالة الرياضات الفردية مثل التنس سيتم استحضار الاستجابة في شخص واحد (الخصم) أو شخصين على الأكثر ، إذا أشرنا إلى منفذ الإجراء نفسه. ومن ثَم يمكن للاعب تلقي معلومات إيمائية في لحظة الهجوم (بهدف الردع) تجعله يعدل قراره بشأن نوع الضربة التي سيستخدمها والمكان الذي سيصوب فيه. نحاول من خلال هذا المثال تمثيل الاحتمال اللامتناهي للأفعال وردود الفعل التي يمكن أن تحدث في كل لحظة من اللعب في رياضة لاعب ضد لاعب. والآن تخيل ما يحدث في الرياضات الجماعية حيث يتضاعف عدد اللاعبين، وإمكانيات الفعل، ورد الفعل على نطاق واسع. تجدر الإشارة إلى أن الفريق المهاجم لا يقوم فقط بأداء الأعمال التي تثير ردود فعل الفريق المدافع، بل تحدث أيضًا في الاتجاه المعاكس. أيضًا، يجب أن نعي وجود داخل كل فريق العديد من اللاعبين الذين ينفذون اللعبة في نفس الوقت ويولدون ردود فعل جماعية وفردية. ولا ينبغي أن ننسى حضور ومشاركة حكام المباراة الذين يتخذون قرارات في عملهم لجعل الفريقين يلتزمان بالقواعد.

تتميز الرياضات الجماعية مثل كرة القدم بأنشطة اللعبة التي تُظهر اختلافات كبيرة في شدتها، ومدتها، وتكرارها، وحركاتها مع آثار مباشرة على استجابات أنظمة القلب، والأوعية الدموية، والجهاز العصبي العضلي، والتمثيل الغذائي (كاسس، 2009). تستند هذه الرياضات أيضًا في أعمالها إلى أنماط حركة محددة جدًا تتطلب -على سبيل المثال- تغييرات في الاتجاه بسرعة عالية أو تسارعًا وتباطؤًا عاليًا مع تأثير عصبي عضلي مرتفع. في كرة القدم -على سبيل المثال- تم الإبلاغ عما يقرب من 1350 حركة عضلية مختلفة داخل المنافسة، بما في ذلك حوالي 220 تمرينًا عالي الكثافة مع تغيرات في النشاط كل 4-6 ثوان (موهر، 2003؛ رايلي، 1976).

الموضوع 3.1.2 أنظمة الألعاب ونماذج الألعاب والتشخيص

نموذج اللعبة هو تفعيل اللعب. ومن ثَم فإن نماذج الألعاب هي تلك التي تحدد الطريقة التي سنلعب بها، ومن ثَم ستضفي معنى على برنامجنا التدريبي. يرجع ذلك إلى حقيقة أن الهدف من كل الاستعدادات للمسابقة هو التأكد من أن الفريق وكل فرد من أعضائه يلبي متطلبات اللعبة نفسها، سواء من الناحية البدنية، أو المعرفية، أو الفنية التكتيكية.

لذلك نسأل أنفسنا: هل هناك علاقة بين أسلوب اللعب والمتطلبات المادية للمنافسة؟ بالطبع نعم بكل تأكيد. سيحدد أسلوب اللعب لكل فريق طريقة لعبه، ومن ثَم سيؤثر بشكل مباشر على المسافات التي يتم تغطيتها والشدة التي يؤدي بها كل لاعب في المنافسة، وكذلك أثناء الدورات التدريبية. في الحالة الأخيرة، يتم تضمين الاستعداد البدني والتقني بشكل متزايد في المهام الإستراتيجية التكتيكية. ستحدد فكرة اللعبة إنفاق الطاقة التي تنتجها. وبناءً على ذلك تقترح بعض التيارات -مثل الفترة التكتيكية- نموذج اللعبة باعتباره المركز المطلق لبرمجة التدريب في جميع مستوياتها، ومجالاتها، وجوانبها. لذلك، يمكننا القول إنه اعتمادًا على مقدار الأهمية المعطاة لنموذج اللعبة ضمن منهجية العمل ستكون العلاقة بينه وبين المتطلبات البدنية والفسيولوجية للتدريب.

لتعزيز هذا التحليل يجب أن نعود إلى الأسئلة التي لها علاقة بالفلسفة؛ أي الطريقة التي يتصور بها كل مدرب أو يفكر في اللعبة. سيتم تضمينه بالتأكيد في نموذج أو تيار فكري بناءً على نظرية. الهدف من نموذج اللعبة هو بناء طريقة معينة للمشاركة في المسابقات من خلال التدريب بناءً على مبادئ معينة سيحددها المدرب كأساس لعملية الفريق. بعد ذلك، يجب أن يتكيف مع هذا النموذج جميع المجالات والجوانب التي تشكل العملية وبرنامج العمل في الرياضة طوال فترة المنافسة أو الفترة. في المقابل، داخل نفس الرياضة، وحتى داخل نفس الدوري سنجد العديد من أنماط وأشكال اللعب مثل الفرق، بما في ذلك احتمال قيام نفس الفريق بتعديل نموذج لعبته من لعبة إلى أخرى، على الأقل من وجهة نظر إستراتيجية. يهدف مفهوم نموذج اللعبة هذا دائمًا إلى تحقيق الأداء الرياضي المطلوب جنبًا إلى جنب مع النتائج التي يتم محاولة تحقيقها. لذلك، سيكون في تحليل مستمر، قبل كل شيء، من قبل الجهاز الفني لكل فريق.

بطبيعة الحال، يسلّط فاسكيز (2015) الضوء على خمس مجالات أساسية للبحث في تحسين أداء اللاعبين والفرق؛ ألا وهي:

1) تصميم بروتوكولات لتقييم الأداء المادي.

2) دراسة الإصابات والعمليات التي تولد التعب لدى الرياضيين

3) عرض مقترحات منهجية تهدف إلى تحليل اللعبة من حيث جوانبها المادية، والفنية، والتكتيكية.

4) كشف المواهب.

5) دراسة تأثير المتغيرات الظرفية المختلفة للمباراة على الأداء والنتيجة التي حصلت عليها الفرق. (فاسكيز، 2015)

يمكن أن تساعدنا هذه المجموعة من العناصر في فهم منطق اللعبة، ومن ثَم تحسين الأداء. مع الوضع في الاعتبار الموضوع الذي تم تطويره مسبقًا حيث نشرح المكون الظرفي العالي للرياضات الجماعية فمن الصعب تنظيم هذا التحليل أو تحديد معلماته. وعلى الرغم من أننا نعرف عدد الأمتار التي يقطعها اللاعب خلال المباراة، ومتوسط السرعة، أو قيمة الطاقة التي يتم إنتاجها ، وعدد التمريرات في كل مباراة (وعدد التمريرات التي تصل إلى وجهتها)، والتاريخ الطبي للرياضي، ومجمع بيانات آخر ذا صلة فلن نتمكن من تحديد معايير صنع القرار لديهم، ولا رد الفعل الذي يولده هذا في اللاعبين الآخرين (المنافسين والزملاء) الذين يشاركون في المنافسة. بالطبع، هذا لا يثبط من عزيمتنا لمواصلة البحث والعمل لمواصلة تحسين الأداء الرياضي الفردي والجماعي، لكنه يوضح لنا -لحسن الحظ- أننا لن نكون قادرين على التحكم الكامل في اللعبة.

بالعودة إلى نموذج اللعبة، سيكون هذا أخيرًا هو العامل الذي سيحدد صفات الأداء الجسدي والفني للاعبين الذين سيتم اختيارهم لفريق الكبار، وكذلك التطوير في فئات التدريب. ستكون الحالة المثالية هي تلك المؤسسات التي يحدد فيها نموذج اللعبة للفريق الأول خط العمل في فئات التدريب. هذا يجعل الشباب لديهم نماذج يحتذى بها كمثال للتعلم داخل نفس المؤسسة من ناحية، ومن ناحية أخرى يمكن لمدرب الدرجة الأولى أن يعتمد بسهولة وأمان أكبر على الفئات الدنيا ، أثناء البحث عن لاعبين لتشكيل قائمة المحترفين.

الموضوع 3.1.3 القدرات المعرفية في الرياضات الجماعية

فيما يتعلق بتلك الجوانب التي تميز الرياضات غير الحلقية أو الظرفية المعقدة سوف نشير إلى مفهوم الهيكل المعرفي في التدريب الرياضي، الذي طوره سيرول لو فارغاس (2003) والذي يتكون من "جميع الأنظمة داخل وبين الأنظمة التي تحدث لدى اللاعب الذي يوفر إمكانية تحسين وظائفه لجميع المعلومات التي تنبع من أي وجميع مكونات الأحداث المختلفة التي قد تظهر في البيئات والمواقف المتعددة التي يمر بها أثناء التفاعلات في اللعبة وأثناء التدريب، ولكي تتمكن من استخلاص ما هو ضروري، قم بمعالجته بشكل صحيح وإتاحته لتنفيذ أداء حركي محتمل". فيما يتعلق بهذه الاحتمالات الثلاثة لمعالجة المعلومات، يصف المؤلف وظائفها على النحو التالي:

الوظيفة المعرفية 1: يستخرج من نفسه ومن البيئة المحددة سواء في اللعبة أو في التدريب كل المعلومات التي يتم تداولها، من خلال الأنظمة التي تسمح له بتحديد الحالات والتغييرات من جميع الأنواع الموجودة في كل لحظة من تدخله الإيجابي أو السلبي في الأحداث. الأنظمة المتداخلة -من بين عدة أنظمة أخرى- هي: الإحساس، والإدراك، والتمثيل، والانتباه، والحفظ (على المدى القصير والطويل، الحسّي).

الوظيفة المعرفية 2: معالجة -من خلال عمليات الاختيار، والتمايز، والتعميم، والمقارنة، والاعتراف، والاستبعاد، والتضمين، والتشفير، والتسمية، والمعلومات التي تم الحصول عليها بواسطة الأنظمة المذكورة أعلاه- باستخدام الإستراتيجيات التالية:

- المشاركة: خلال تفاعلات كل عملية حركية وغير آلية تمر بها.
- التنشئة الاجتماعية: في التفاعلات مع الآخرين الذين يشاركون هذه الممارسة.
- اللفظ: في الاتصال الراسخ، اللفظي وغير اللفظي.
- وضع المفاهيم: يتضمن معرفة الخبرات من خلال التقنيات المستخدمة والإستراتيجيات المحققة.

الوظيفة المعرفية 3: معالجة المعلومات لتتمكن من الانتقال إلى مستوى الحركة داخل بيئة اللعبة، وتحويلها في الاتجاه المطلوب والمتوقع. يسميها بعض المؤلفين الوظائف العليا، وهي: الجدال، والشهادة، والحكم، والتعلّم، واتخاذ القرارات، والتواصل، والتخطيط، والإبداع.

يجب أن نسلط الضوء على التفاعل المستمر بين هذه الوظائف المعرفية الثلاثة؛ لأنه في لحظة الحصول على المعلومات أقوم باستخراج معلومات جديدة وتنفيذ علاجها.

الهدف من توضيح الطريقة التي يعمل بها الهيكل المعرفي للرياضيين هو تسليط الضوء على التباين المستمر في المواقف التي يتم وضعها موضع التنفيذ سواء في التدريب أو في المنافسة -في هذا النوع من الأنشطة غير الدورية- كنتيجة لاتخاذ القرار.

ا لوحدة 3.2 تحليل المطالب البدنية في المنافسة والتدريب

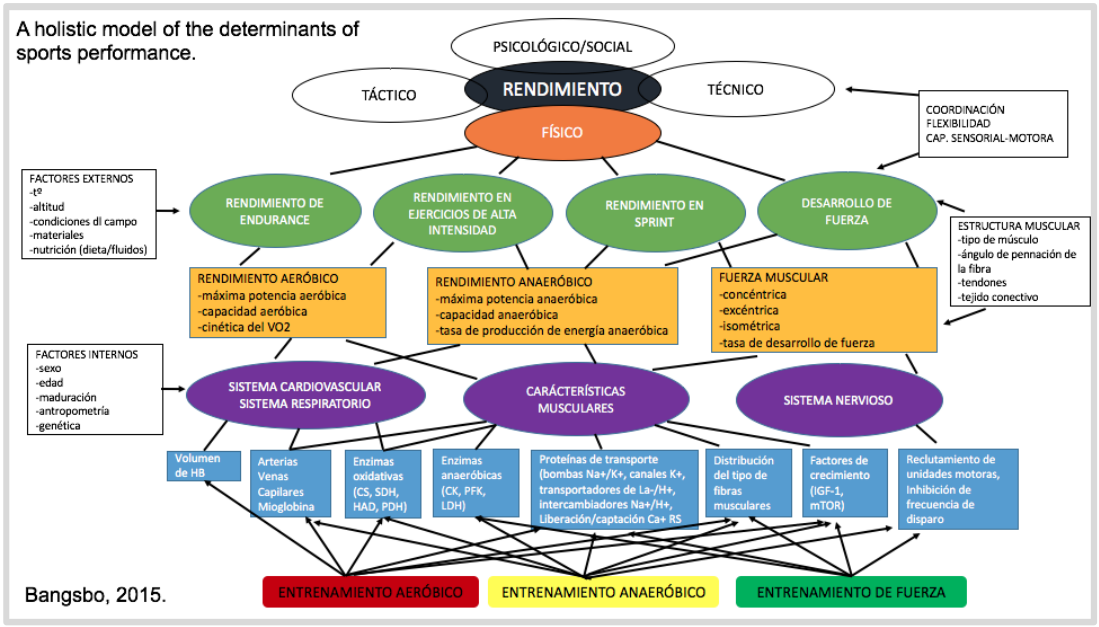
الموضوع 3.2.1 عوامل تكييف الأداء البدني

يتم تحديد الأداء في معظم الألعاب الرياضية من خلال الخصائص التقنية، والتكتيكية، والنفسية، والفسيولوجية للرياضيين. في بعض التخصصات -مثل سباقات 100 متر، والماراثون، والتجديف- يتأثر الأداء بشكل كبير بالقدرات البدنية للرياضيين، في حين في مجالات أخرى -مثل رياضات الكرة- يمكن للمهارات الفنية والتكتيكية أن تعوض بعض أوجه القصور في مستويات اللياقة البدنية. ومع ذلك، في معظم الرياضات، يحتاج الرياضيون إلى قدرات بدنية جيدة جدًا لمواجهة متطلبات المنافسة ومن ثَم السماح باستخدام صفاتهم الفنية والتكتيكية.

في ظل الظروف المثلى ترتبط متطلبات الرياضة ارتباطًا وثيقًا بالقدرة البدنية للرياضيين، التي يمكننا تقسيمها إلى أربع فئات: (1) أداء التحمل. (2) القدرة على التمرين بكثافة عالية لفترات طويلة. (3) القدرة على الركض السريع.و (4) القدرة على تطوير مستويات عالية من القوة في الحركات مثل ركل الكرة في كرة القدم، أو القفز، والضرب في الكرة الطائرة. في المقابل، ليست كل الفئات ذات صلة بجميع الألعاب الرياضية. على سبيل المثال: عنصر التحمل ليس مهمًا لعداء ال 100 متر.

تعتمد القدرة التي تحدد الأداء في كل نوع من أنواع الرياضة على خصائص الجهاز التنفسي، والقلب والأوعية الدموية، وكذلك الجهاز العضلي المقترن بالجهاز العصبي. يعد نظام القلب والأوعية الدموية مهمًا لنقل الأكسجين إلى عضلات الهيكل العظمي، في حين يلعب الجهاز العضلي دورًا مهمًا في السلوك الميكانيكي والتمثيل الغذائي أثناء التمرين. وبالمثل، فإن مستويات إنزيم الميتوكوندريا وكذلك كثافة الشعيرات الدموية تمارس تأثيرًا قويًا على الأداء الهوائي. يتم تحديد خصائص الجهاز التنفسي، والعصبي، والعضلي، والقلب والأوعية الدموية في نفس الوقت حسب الجنس، والعمر، والقياس البشري، والنضج عندما يتعلق الأمر بالأطفال. في المقابل، يمكن أن تؤثر بعض العوامل البيئية مثل درجة الحرارة، والرطوبة، والارتفاع بالإضافة إلى الحصة الغذائية قبل التمرين على أداء الرياضيين (بانغسبو، 2015).

الشكل رقم 2. نموذج شامل لمحددات الأداء الرياضي



المصدر: بانغسبو، 2015.

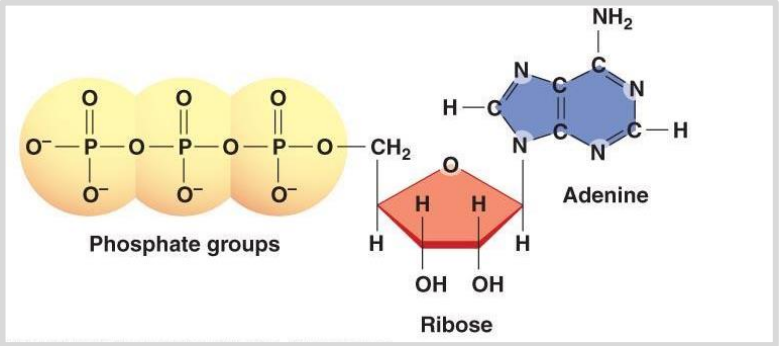
A holistic model of the determinants of sports performance	نموذج شمولي لمحددات الأداء الرياضي
FACTORES EXTERNOS - t= - altitud - condiciones del campo - materiales - nutrición (dieta/fluidos)	عوامل خارجية - ر = - الارتفاع - وضعية الملعب - المواد - التغذية (الحمية/ السوائل)
FACTORES INTERNOS - sexo - edad - maduración - antropometría - genética	العوامل الداخلية - الجنس - العمر - النضج - القياسات البشرية - علم الوراثة
PSICOLÓGICO/SOCIAL TÁCTICO RENDIMIENTO FÍSICO TÉCNICO	علم النفس/ الاجتماعية تكتيكي أداء جسدي - بدني تقني
RENDIMIENTO DE ENDURANCE RENDIMIENTO EN EJERCICIOS DE ALTA INTENSIDAD REDIMIENTO EN SPRINT DESAROLLO DE FUERZA	أداء التحمّل الأداء في تمارين عالية الكثافة الأداء في العدو السريع تنمية القوة
RENDIMIENTO AERÓBICO - máxima potencia aeróbica - capacidad aeróbica - cinética del VO2	أداء هوائي - أقصى قوة هوائية - القدرة الهوائية الأيروبيكية - حركية الحد الأقصى لمعدل استهلاك الأكسجين 2VO
RENDIMIENTO ANAERÓBICO - máxima potencia anaeróbica - capacidad anaeróbica - tasa de producción de energía anaeróbica	الأداء اللاهوائي - أقصى قوة لاهوائية - القدرة اللاهوائية - معدل إنتاج الطاقة اللاهوائية
FUERZA MUSCULAR - concéntrica - exentica - isométrica - tasa de desarrollo de fuerza	القوة العضلية - مركزية - لا مركزية - متساوية القياس - معدل تطور القوة
SISTEMA CARDIOVASCULAR SISTEMA RESPIRATORIO CARACTERÍSTICAS MUSCULARES SISTEMA NERVIOSO	نظام القلب والأوعية الدموية الجهاز التنفسي خصائص العضلات الجهاز العصبي

Volumen de HB	حجم HB
Arterias Venas Capilares Mioglobina	الشرايين الأوردة الشعيرات الدموية الميوغلوبين
Enzimas oxidativas (CS, SDH, HAD, PDH	الإنزيمات المؤكسدة (PDH ، HAD ، SDH ، CS)
Enzimas anaeróbicas (CK, PFK, LDH	الإنزيمات اللاهوائية (LDH ، PFK، CK)
Proteínas de transporte (bombas Na+/K+, canales K+, transportadores Na+/H+, Liberación/captación Ca+ RS	بروتينات النقل (مضخات Na + / K +، قنوات K +، ناقلات Na + / H +، إطلاق / امتصاص Ca + RS
Distribución del tipo de fibras musculares	توزيع نوع ألياف العضلات
Factores de crecimiento (IGF-1, mTOR)	عوامل النمو (mTOR ، IGF-1)
Reclutamiento de unidades motoras, Inhibición de frecuencia de disparo	تجنيد الوحدات الحركية، تثبيط وتيرة إطلاق النار
ENTRENAMIENTO AERÓBICO ENTRENAMIENTO ANAERÓBICO ENTRENAMIENTO DE FUERZA	تدريب هوائي التدريب اللاهوائي تدريب القوة

الموضوع 3.2.2 تحليل المتطلبات الفسيولوجية للرياضات الجماعية

عندما نقوم بعمل عضلي يوجد جزيء واحد فقط بإمكانه أن يكون مسؤولًا عن إنتاج الطاقة الميكانيكية اللازمة لتفاعل البروتينات المقلصة الـ ATP أو الفوسفات العالي الطاقة. هذا الجزي، المكون من قاعدة نيتروجينية، وسكر مكون من 5 كربونات ومجموعة فوسفات، موجود بتركيزات منخفضة جدًا في جسم الإنسان، ومن ثَم يجب إعادة تركيبه بشكل دائم. على الرغم من أنه يبدو متناقضًا إلا أن قدرة إعادة تخليق الـ ATP هذه تمثل مزية بيولوجية؛ لأن تخزين كميات كبيرة من هذا المستقلب في الجسم يعني وزنًا إضافيًا كبيرًا نظرًا لأن الـ ATP عبارة عن جزيء كبير الحجم والوزن (1 مول ATP = 503 جم)؛ مما يؤدي بدوره إلى زيادة الطلب على الطاقة. من ثَم فإن الـ ATP على وشك أن يتحلل ويعاد تركيبه بشكل دائم بفضل وجود احتياطيات الطاقة التي توفرها مصادر الغذاء البشري. تشكل هذه الاحتياطيات مجموعة من الجزيئات العضوية التي يتم تخزينها في الجسم تحت أشكال كيميائية مختلفة عن تلك التي يتم تناولها، وهي: الكرياتين الذي يتم تخزينه على شكل فسفوكرياتين (PCr)، والجلوكوز الذي يتم تخزينه في صورة جليكوجين، والدهون التي يتم تخزينها على شكل دهون ثلاثية وبروتينات، والتي لا تحتوي على خزان تخزين، على الرغم من أنها يمكن أن تمثل احتياطيًا للطاقة في حالات طوارئ معينة. تلعب احتياطيات الطاقة هذه دورًا أساسيًا في مساهمة الطاقة في إعادة تخليق الـ ATP، نظرًا لأنها تتعرض للاستنزاف بواسطة مجموعات مختلفة من الإنزيمات المعروفة باسم أنظمة الطاقة، والتي يتمثل دورها في تقويض هذه الاحتياطيات من أجل إنتاج الطاقة لإعادة صياغة الـ ATP.

الشكل رقم 3. جزيء الـ ATP (الفوسفات العالي الطاقة)



المصدر: بيرسن، بي.، 2008.

Phosphate groups	مجموعات الفوسفات
Ribose	الريبوز
Adenine	الأدينين

أنظمة الطاقة

لتحديدها من ناحية المفاهيم يمكننا القول إن هناك ثلاثة أنظمة طاقة أساسية: نظام الفوسفاجين المسؤول عن استنزاف الـ PCr، ونظام تحلل الجلوكوز المسؤول عن تحطيم الجلوكوز أو الجليكوجين، والنظام التأكسدي المسؤول عن تحطيم الجليكوجين أو الجلوكوز أو الدهون الثلاثية أو البروتينات. من المثير للاهتمام أن أنظمة الطاقة أو مجموعات الإنزيمات هذه تتميز باستنزاف الركائز بمعدل معين، ومن ثم تكون قادرة على إعادة تركيب الـ ATP بمعدلات مختلفة. على الرغم من أنها جميعًا تتصرف بشكل متزامن فيما يُعرف باسم استمرارية الطاقة إلا أن بعضها سيهيمن على بعضها الآخر عندما يتعلق الأمر بأداء الإيماءات الرياضية بكثافة أو لفترات مختلفة، نظرًا لكونها الكثافة التي ستحدد في الغالب ركيزة الطاقة التي يجب استخدامها.

عند تحليل ملف الجهد للرياضات الجماعية كان من الممكن تسجيل ذلك أثناء المباريات، يقضي اللاعبون معظم وقت لعبهم في المشي أو في شدة منخفضة؛ مما يشير إلى غلبة الأنظمة الهوائية أثناء المباريات. على سبيل المثال: أثناء إحدى مباريات كرة القدم يمكن أن يكون اللاعب بين 50-65٪ من الوقت بين الوقوف أو المشي (47-61 دقيقة من اللعب). على الرغم من الهيمنة الهوائية الواضحة أثناء المباريات إلا أن التعريفات أو الإجراءات ذات التأثير الأكبر في هذه الرياضات تحدث بكثافة عالية، مع جهود مثل سباقات السرعة، أو محاولات التهديف، أو ضربات الإرسال، أو الضربات الرأسية. لذلك يصبح فهم علم وظائف الأعضاء أثناء الجهود العالية الكثافة ذا أهمية كبيرة للتدريب في الرياضات الجماعية.

الشكل رقم 3. الملف الشخصي للجهد أثناء المنافسة في كرة القدم وكرة السلة

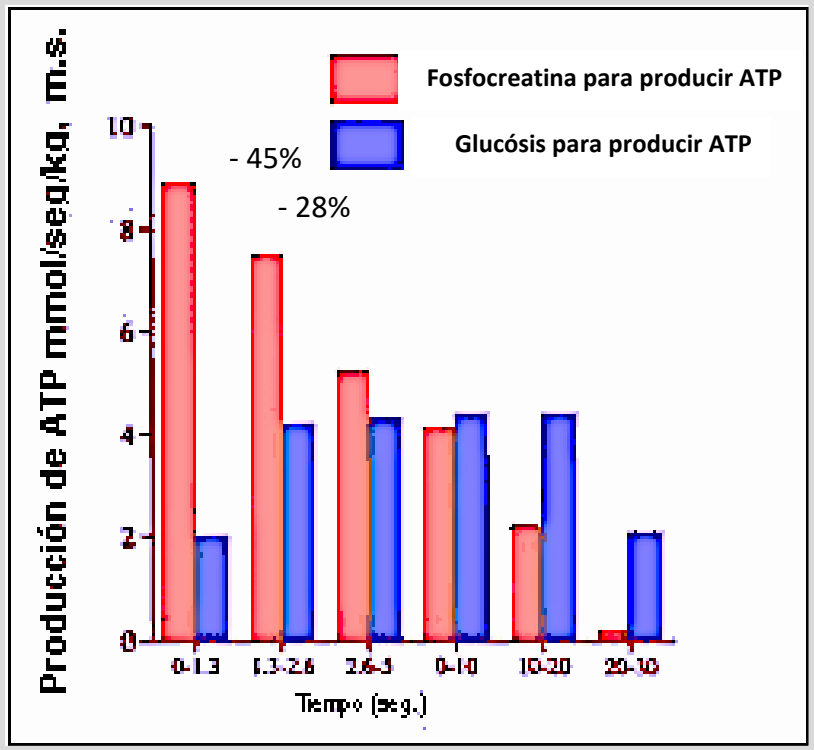
FIGURA 1: Agrupación de los resultados de Ben Abdelkrim y col. entre 2007 y 2010. (Anne Delextrat, 2011 -comunicación personal-).

FIGURA 1: Agrupación de los resultados de Ben Abdelkrim y col. entre 2007 y 2010. (Anne Delextrat, 2011 - comunicación personal-).	الشكل رقم 1: تجميع نتائج بن عبد الكريم وآخرون. بين عامي 2007 و2010. (آن ديلكسترات ، 2011 - اتصالات شخصية-).
Durante un partido de fútbol, un jugador puede estar entre 50-65% del tiempo parado o caminando. (47 - 61 min de juego)	خلال مباراة كرة القدم، يمكن للاعب أن يقف أو يمشي بين 50-65٪ من الوقت. (47 - 61 دقيقة من اللعبة)
Un jugador de básquet pasa entre 56-74% del tiempo de juego parado, caminando o desplazándose a ritmo medio.	يقضي لاعب كرة السلة 56-74٪ من وقت اللعب واقفًا أو ماشيًا ، أو يتحرك بوتيرة متوسطة.
POSICIONES ESTÁTICAS 16%	المواقف الثابتة 16٪
CAMINANDO 14%	المشي 14٪
DESPLAZAMIENTOS ESPECÍFICOS (RITMO LENTO) 14%	حالات تغييرات الموضع الخاصة (بسرعة بطيئة) 14٪
ESPRINES 5%	العدو بسرعة 5٪
DESPLAZAMIENTOS ESPECÍFICOS (RITMO RÁPIDO) 9%	حالات تغييرات الموضع الخاصة (بسرعة سريعة) 9٪
SALTOS 2%	القفزات 2٪
CARRERAS RÁPIDAS 10%	سباقات سريعة 10٪
DESPLAZAMIENTOS ESPECÍFICOS (RITMO MEDIO) 18%	حالات تغييرات الموضع الخاصة (بمعدل متوسط) 18٪

المصدر: ديلكستركت، 2011.

من بين الأنظمة النشطة التي تمتلك قدرة كبيرة على إعادة تخليق الـ ATP نظام الفوسفاجين ونظام تحلل السكر. من المهم التأكيد على أن أهمية وجود معدلات عالية من إعادة تركيب الـ ATP في هذا النوع من الرياضة يرجع إلى الحاجة إلى تطبيق قيم عالية من القوة -التي ستترجم إلى شدة عالية من تقلص العضلات- في أوقات قصيرة جدًا مثل 100-200 ملي ثانية. لهذا السبب، من المهم في هذه الرياضات تدريب الأنظمة الفسيولوجية والحركية من أجل تحسين معدل إنتاج القوة لكل وحدة زمنية أو معدل تطور القوة (RFD). بهذا المعنى، نظرًا لأن الحد الأقصى لمعدل إعادة تركيب الـ ATP يحدث بين 0-1.3 ثانية، يمكننا أن نستنتج أنه في ذلك الوقت ستحدث أعلى شدة للجهد أثناء المباراة. ومع ذلك، تظهر هنا مفارقة: إذا وصل اللاعب إلى أقصى سرعة له في أوقات قريبة من 5-7 ثانية فلماذا تحدث معدلات إعادة تركيب الـ ATP القصوى أو إنتاج الطاقة في وقت أقل كثيرًا من (0-1.3 ثانية)؟ بطبيعة الحال، يحدث هذا نظرًا لأن الحد الأقصى لمعدل الطاقة لا يتم تحديده في هذا النوع من الألعاب الرياضية بمعدلات عالية من سرعة التنقل -ولكن بمعدلات تسارع عالية- التي تحدث على وجه التحديد في لحظة كسر الجمود في الثانية الأولى من تقلص العضلات. في الرسم البياني التالي يمكننا أن نرى كيف يتناقص معدل إنتاج الـ ATP لكل وحدة زمنية بنسبة 45٪ ثم بنسبة 28٪ إلى 2.6 ثانية بعد 1.3 ثانية. إن فهم فسيولوجيا الجهد في هذه المصطلحات يشير إلى أهمية التدريب في ظل الحاجة إلى: (1) الحفاظ على معدل مرتفع من إعادة تركيب الـ ATP لكل وحدة زمنية. (2) تأخير توليد التعب الناجم عن التمرين.

الشكل رقم 4: التفاعل بين أنظمة الطاقة الفوسفاجينية والمحللة للجلوكوز خلال الـ 30 ثانية الأولى من تقلص العضلات الطوعي الأقصى.



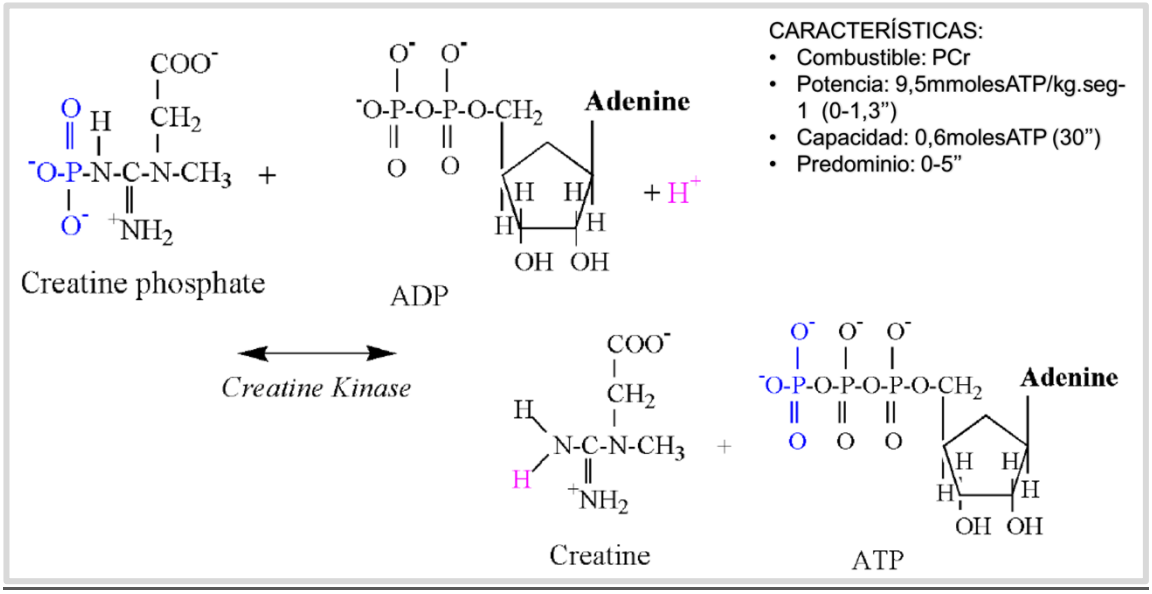
المصدر: عصامي.

Producción de ATP mmo/seg/kg, m.s	إنتاج ATP ملم/ ثانية/ كجم، ملي ثانية
Fosfocreatina para producir ATP	فسفوكرياتين لإنتاج الفوسفات العالي الطاقة ATP
Glucosis para producir ATP	الجلوكوز لإنتاج الفوسفات العالي الطاقة ATP
Tiempo (seg.)	الوقت (بالثانية)

أهمية نظام الفوسفاجن في إعادة تخليق الـ ATP وتثبيط الحماض داخل الخلايا

نظرًا لخصائصه الكيميائية الحيوية، يتميز النظام الإنزيمي لتحلل لإعادة تركيب الفوسفوكرياتين (PCr) بامتلاكه خاصيتين عظيمتين: الأولى هي القدرة الكبيرة على إعادة تخليق الـ ATP، حيث تكون قادرة على إعادة تصنيع ما يصل إلى 9.5 مليمول من ATP / كجم من العضلة الناشفة في 1 ثانية، وهي القوة التي تصلها في الثانية الأولى من تقلص العضلات. والثانية هي القدرة على منع الحماض داخل الخلايا الناتج عن إطلاق H^+[1] الذي يحدث نتيجة التحلل المائي لـ ATP. ومن ثَم فإن تدريب نظام الطاقة هذا سيسمح بالحفاظ على معدل مرتفع من إعادة التركيب، وفي نفس الوقت سيؤخر ظهور التعب الناجم عن التمرين. تكمن أهمية الحفاظ على نظام إعادة تركيب قوي من الفوسفاجين في حقيقة أن كل جهد متقطع يمكن أن يبدأ بكثافة أكبر، إذا تم إعادة تصنيع كمية كبيرة من إعادة تركيب الفوسفوكرياتين PCr أثناء استنزافه. للقيام بذلك، يجب أن نعرف حركية استنزاف وإعادة تركيب الـ PCr، وكذلك النظر في أهمية الحفاظ على احتياطيات عالية من الـ PCr في الجسم.

الشكل رقم 5. إعادة تركيب الـ ATP و H + التخزين المؤقت من الفوسفوكرياتين



المصدر: مقتبس من https://goo.gl/Mn6Fnz

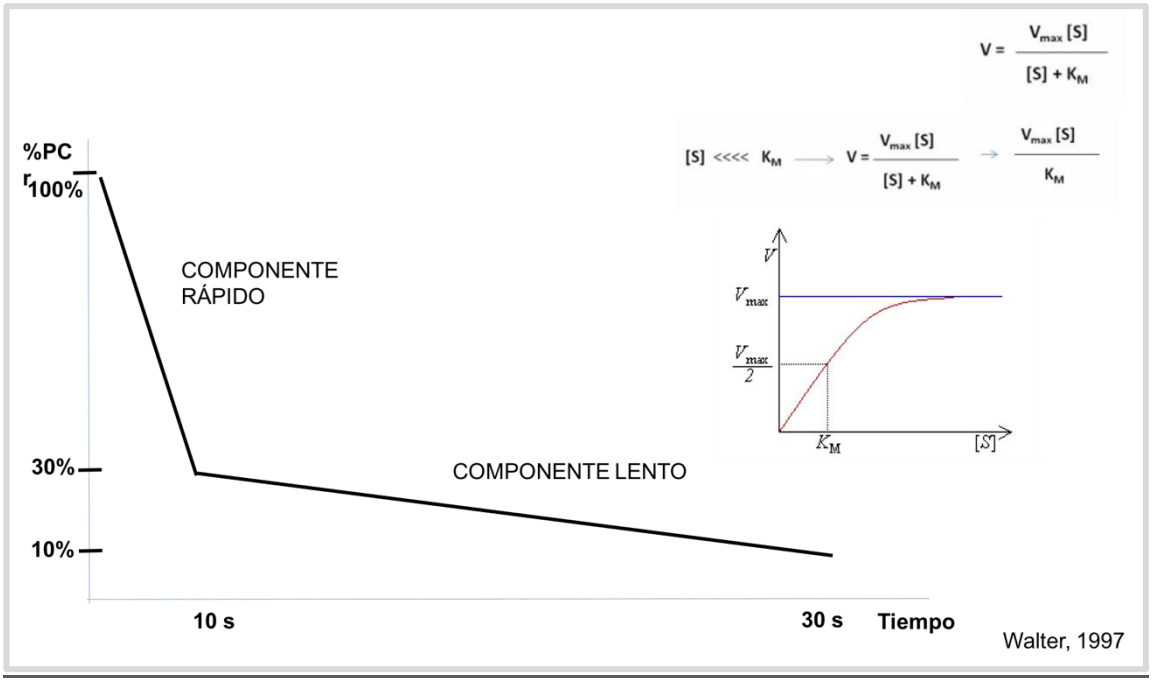
[1] H + = بروتون. عندما تفقد ذرة الهيدروجين إلكترونًا، كل ما تبقى هو بروتون. يصبح أيون الهيدروجين موجب الشحنة والمعروف باسم H +. هذا هو شكل الهيدروجين الذي ينتج إنزيم ATP الذي يمد خلايانا والميتوكوندريا بالطاقة. أيون الهيدروجين + H هو أساس مقياس الأس الهيدروجيني. https://en.wikipedia.org/wiki/Hydron_(chemistry)

Creatine phosphate Creatine Kinase Adenine Creatine ATP Adenine	فوسفات الكرياتين الكرياتين كيناز الأدينين الكرياتين الفوسفات العالي الطاقة ATP الأدينين
CARACTERÍSTICAS: Combustibles: PCr Potencia: 9,5mmoles ATP/kg.seg- 1 (0-1,3") Capacidad: 0,6 moles ATP (30") Predominio: 0-5"	المزايا: . الوقود: إعادة تركيب الفوسفوكرياتين (PCr) . الطاقة: 9.5 ملي مول ATP / كجم ثانية - 1 (0-1.3 بوصة) . السعة: 0.6 مول ATP (30 بوصة) . الغلبة: 0-5 "

حركية تدهور إعادة تركيب الفوسفوكرياتين**PCr**

فيما يتعلق بحركية تدهور الـ PCr فقد لوحظ أنه يحدث في شكل ثنائي الطور، مع طور سريع يدوم حوالي 10 ثوانٍ حيث يتحلل 70 ٪ من PCr ومرحلة بطيئة من 20 ثانية حيث تتحلل نسبة الـ 30 ٪ المتبقية. يتم تحديد خصائص معدل التحفيز الـ PCr بواسطة ثابت ملكائيليس منتن Michaelis Menten من إنزيمه الوحيد، الكرياتين كيناز (CK)، والذي يحدد أن الكرياتين كيناز CK سيزيد من نشاطه بما يتناسب مع توفر الركيزة لإعادة تركيب الفوسفوكرياتين (PCr). هذا يعني أنه كلما زاد توافر الـ PCr، زاد معدل نشاط CK، في حين ينخفض معدل نشاط CK مع استنفاد الركيزة. لذلك، من المهم جدًا تدريب لاعبينا حتى يتمكنوا من إعادة تركيب كميات كبيرة من PCr أثناء المباراة. سيحدث هذا التركيب بشكل أساسي في فترات توقف الاستراحة بين الجهود.

الشكل رقم 6. حركية تحلل الفوسفوكرياتين



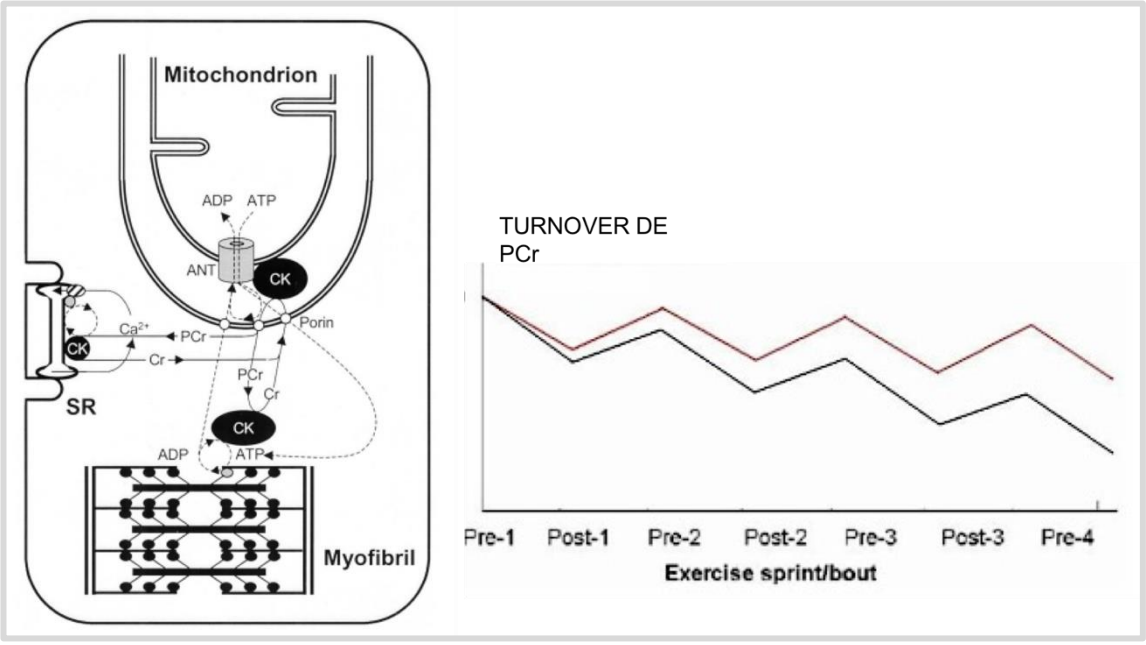
المصدر: والتر، 1997

COMPONENTE RAPIDO	مكون سريع
COMPONENTE LENTO	مكون بطيء
Tiempo	الوقت
Walter 1997	والتر 1997

كيف يمكن تحسين معدل إعادة تخليق الـ **APT** من الـ **PCr** أثناء فترات التوقف بين الجهود المتقطعة؟

لقد كان معروفًا لبعض الوقت أن إعادة تخليق الـ PCr يحدث بفضل مساهمة الطاقة من تحلل جزيء الـ APT في الميتوكوندريا، في ظل آلية تعتمد على التمثيل الغذائي الهوائي. لهذا السبب سيتم تحقيق أعلى معدلات إعادة تخليق PCr في الأشخاص ذوي القدرات الهوائية الفضلى ، والتي تحددها كثافة الميتوكوندريا العالية، خاصة في الألياف السريعة من النوع IIa، حيث يتم استنفاد الـ PCr بحد أكبر. ومن ثَم قد تكون كثافة الميتوكوندريا عاملًا مقيدًا في معدل إعادة تخليق الـ ATP بالطرق اللاهوائية، كما هو الحال في نظام الفسفاجين. في الشكل التالي نرى على اليسار حلقة إعادة تركيب الميتوكوندريا PCr وعلى اليمين رسم بياني تعبيري لملف جهد اثنين من الرياضيين فيما يتعلق بتدوير أو استبدال PCr على أربعة سباقات متكررة. كما يمكن رؤيته، يمكن للرياضي ذي الخط الأحمر الذي يتمتع بقدرة أكبر على إعادة التركيب بين المجموعات الحفاظ على محدد تعريف جهد أعلى؛ مما يسمح لنا بمراقبة مزية واضحة فيما يتعلق بخصمه. باختصار، إذا أردنا تحقيق مطالب عالية لتقلص العضلات يجب أن نحلّل الكثير من الفوسفوكرياتين، ولكن مع امتلاك القدرة أيضًا على إعادة تركيبه بمعدل مرتفع أثناء جهود التعافي، وهو هدف يمكن تحقيقه من خلال التكوُّن الحيوي للميتوكوندريا في الألياف السريعة. في المقابل، تشير هذه الحقائق إلى أهمية مكملات الكرياتين خلال أوقات معينة من الموسم لدى الرياضيين الذين يمارسون الرياضات المتقطعة.

الشكل رقم 7. آلية إعادة تركيب الميتوكوندريا من الفوسفوكرياتين



المصدر: اجتهاد شخصي.

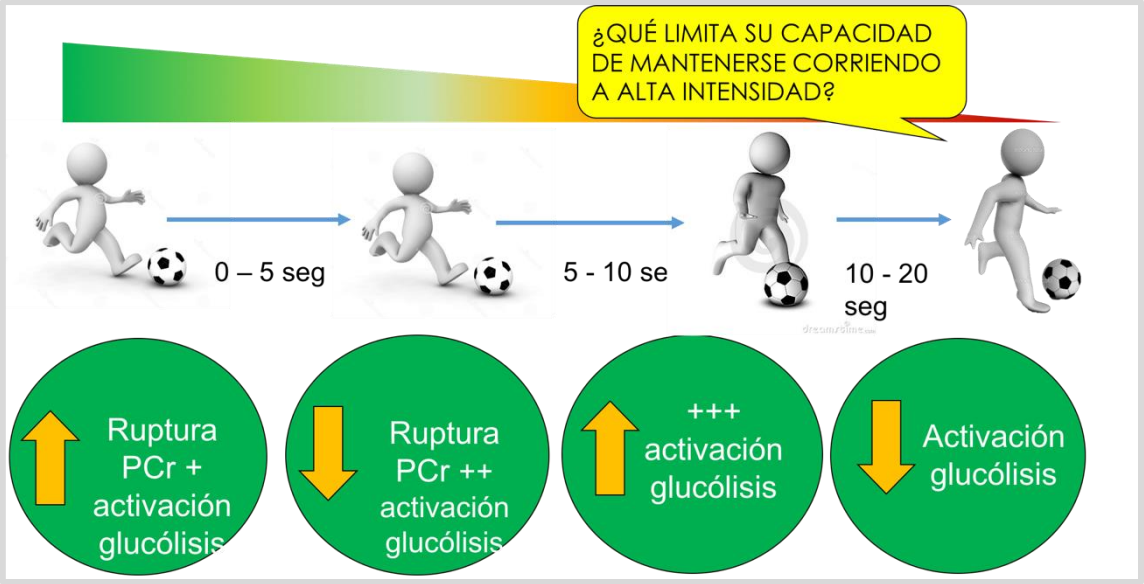
Mitochondrion	الحبيبات الخيطية
ADP	أدينوسين - ثنائي الفوسفات ADP
ATP	الفوسفات العالي الطاقة ATP
SR	أدينوسين ثلاثي الفوسفات SR
CK	الكرياتين كيناز (CK)
Myofibril	ميوفيبريل
TURNOVER DE PCr	إنتاج الـ إعادة تركيب الفوسفوكرياتين (PCr)
Pre-1	قبل 1
Post-1	بعد 1
Post-2	بعد 2
Pre-3	قبل 3
Post-3	بعد 3
Pre-4	قبل 4
Exercise sprint/bout	تمرين العدو السريع/ نوبة

ما الذي يحدد الانخفاض في قوة إعادة تخليق ATP بعد الثواني القليلة الأولى من تقلص العضلات؟

على ما يبدو، فإن الانخفاض في [PCr] جنبًا إلى جنب مع تراكم ADP[2] وAMP وPi والكاتيكولامينات ينشط بقوة تحلل الجلوكوز بعد الثواني الأولى من تقلص العضلات. هذا التنشيط التفارغي ا لتحلل الجلوكوز عن طريق تحلّل PCr يمنع الحفاظ على معدلات جهد عالية لوحدات كبيرة من الوقت؛ مما يعني وجود حاجة فسيولوجية للرياضي للتعافي إذا أراد تكرار الجهود المكثفة مرة أخرى. ستتدهور قوة إعادة تركيب ATP حيث تفقد أنظمة الطاقة الأكثر قوة هيمنتها، وهو ما يحدث بسبب سلسلة من الظواهر الأيونية والإنزيمية التي تؤدي في النهاية إلى تثبيط التفريغ الكهربائي للخلايا العصبية الحركية في العمود الفقري على ألياف العضلات. ومن ثَم فإن فقدان الطاقة أثناء الجهود العالية الكثافة يرجع إلى القيود الجوهرية لعملية التمثيل الغذائي اللاهوائي. هذا يقودنا حتمًا إلى مفهوم احتياطي السرعة اللاهوائي.

الشكل رقم 8. العوامل المحددة للقوة الأيضية في الجهود القصيرة العالية الكثافة

[2] ثنائي فوسفات الأدينوزين (ADP)، أحادي فوسفات الأدينوزين (AMP)، الفوسفات غير العضوي (Pi).



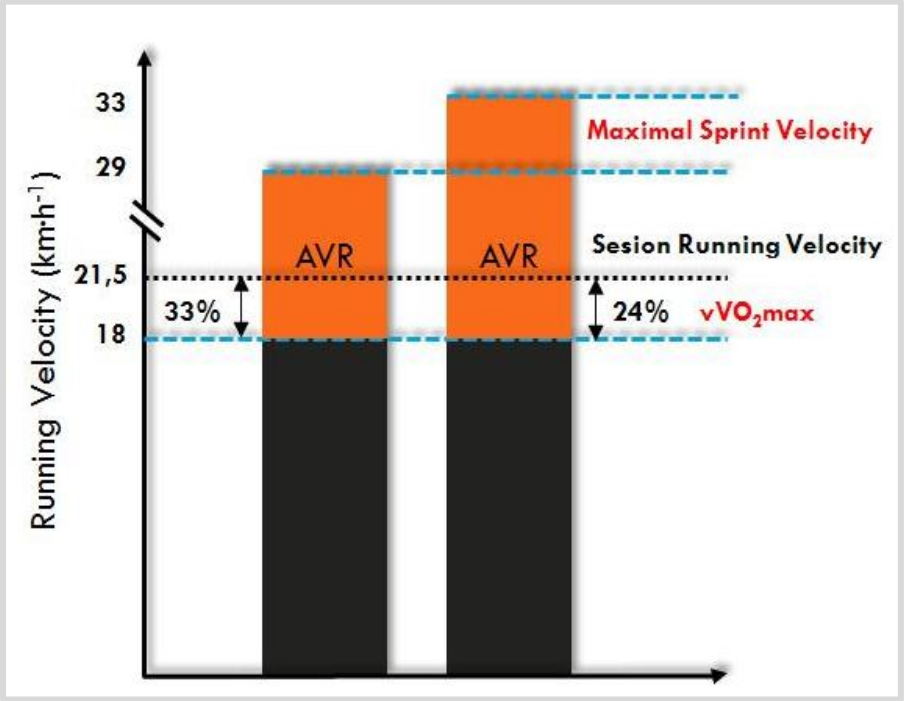
المصدر: اجتهاد شخصي.

¿QUÉ LIMITA SU CAPACIDAD DE MANTENERSE CORRIENDO A ALTA INTENSIDAD?	ما الذي يحد من قدرتك على الاستمرار في الركض بسرعة عالية؟
0 – 5 seg 5 -10 seg 10 – 20 seg	0 - 5 ثوانٍ 5 - 10 ثوانٍ 10 - 20 ثانية
Ruptura PCr + activación glucolisis	تمزق PCr + تفعيل تحلل السكر
Ruptura PCr ++ activación glucolisis	تمزق PCr ++ تفعيل تحلل السكر
+++ activación glucolisis	+++ تفعيل تحلل السكر
Activación glucolisis	تفعيل تحلل السكر

احتياطي السرعة اللاهوائي: ما الغرض منه؟

اقترح كل من بندل وبيلات مفهوم احتياطي السرعة اللاهوائية (ASR) في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، وهو يمثل "احتياطيًا" لسرعة الجري بمجرد وصول الفرد إلى سرعته المرتبطة بأقصى استهلاك للأكسجين أو vVO2max (أي الفرق بين الحد الأقصى للعدو السريع السرعة والـ vVO2max). ومن ثَم فإن هؤلاء الأشخاص الذين لديهم قيم مماثلة لـ vVO2max قد يكون لديهم سرعات سباق مختلفة ستحدد احتياطي السرعة اللاهوائية (ASR)، ومن ثَم فإن كمية الطاقة المستمدة من الأيض اللاهوائي التي قد تكون لديهم ستكون مختلفة أيضًا لسلسلة من التمارين العالية الكثافة. كما قلنا من قبل، تؤدي زيادة شدة الانقباض العضلي إلى انخفاضات أكبر في قدرة إعادة تخليق الـ ATP، ومن ثَم تؤدي الزيادة في الاعتماد على التمثيل الغذائي اللاهوائي إلى انخفاض في إنتاج الطاقة أثناء الانقباضات العضلية المتعاقبة، وهو ما يتضح من خلال تغييرات في النشاط العصبي العضلي. ومن ثَم فإن التكيفات الفسيولوجية المرتبطة بزيادة آليات إعادة تركيب ATP عن طريق المسارات الهوائية يمكن أن ترتبط بقدرة أكبر على مقاومة التعب أثناء تمارين الركض المتكررة.

الشكل رقم 9. احتياطي السرعة اللاهوائي لاثنين من الرياضيين بنفس vVO2max



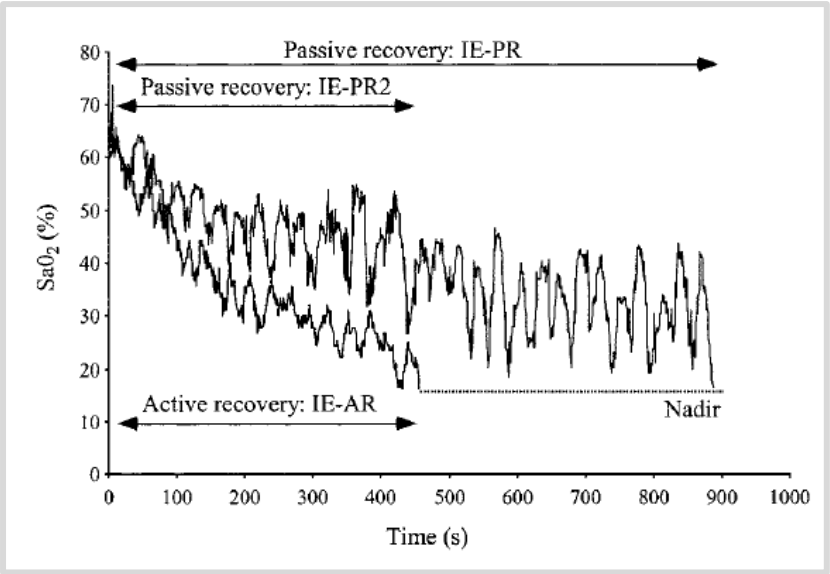
المصدر: تم الاسترجاع من https://goo.gl/vY6T5i

Running Velocity (km.h-1)	سرعة الجري (1-km.h)
AVR	AVR
AVR	AVR
Maximal Sprint Velocity	السرعة القصوى للركض
Sesión Running Velocity	سرعة تشغيل الجلسة
vVo2 max	الحد الأقصى لمعدل استهلاك الأكسجين 2Vo

استعادة وإعادة تركيب الـ PCr

سيؤثر نوع التعافي بلا كلل على معدل إعادة تركيب PCr، ويمكن التحكم في هذا المتغير في تدريب الرياضات الجماعية بدرجة أقل أثناء المباريات أو المسابقات. وفقًا لذلك، لوحظ أن التعافي السلبي بين الجهود يسمح باستعادة أكبر وإعادة تركيب ركائز الطاقة. يمكن أن تكون الآليات المتضمنة في هذه الظاهرة مرتبطة بتقييد إعادة أكسجنة الهيموجلوبين ومن ثَم إعادة تخليق PCr أثناء فترات التوقف النشطة للتعافي. ومن ثَم فإن التوافر البيولوجي للأكسجين يتوسط آثاره على أداء العدو؛ مما يزيد من معدل إعادة تخليق PCr أثناء فترات الراحة من التمرين.

الشكل رقم 10. معدلات إعادة أكسجين الهيموغلوبين في فترات التوقف السلبي أو النشط



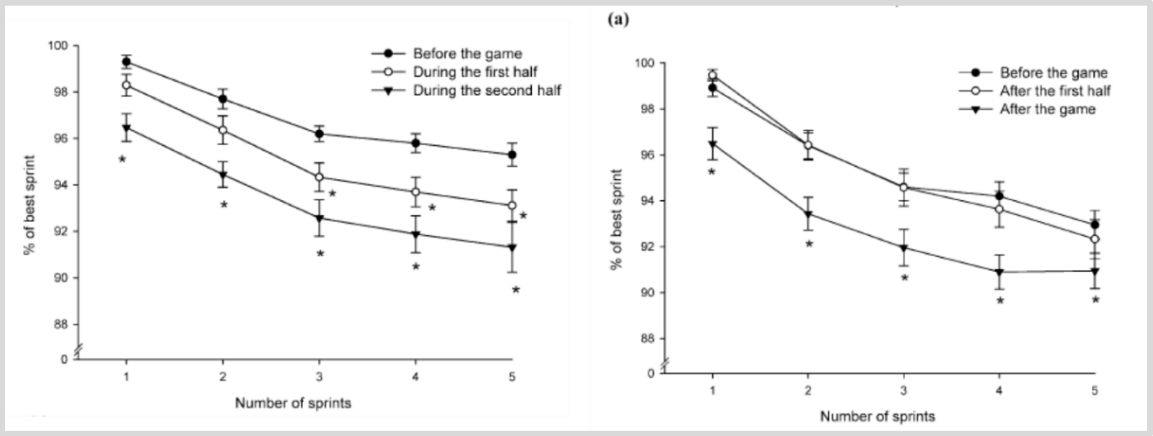
المصدر: اجتهاد شخصي.

SaO2 (%)	SaO2 (٪)
Passive recovery: IE-PR	التعافي السلبي: IE-PR
Passive recovery: IE-PR2	التعافي السلبي: 2IE-PR
Active recovery: IE-AR	الانتعاش النشط: IE-AR
Nadir	الحضيض
Time (s)	الوقت (الأوقات)

كيف يتطور التعب في الرياضات غير الحلقية؟

في دراسة مشهورة طورها كرتسب وكلس. (2006) جرت محاولة لملاحظة كيفية تطور التعب في الرياضات الجماعية. من خلال سلسلة من القياسات العصبية والعضلية تمكنوا من ملاحظة أن الإرهاق أثناء هذا النوع من الجهد يحدث مؤقتًا على المدى القصير بعد جهود عالية الكثافة داخل اللعبة (الشكل على اليسار)، ومؤقتًا على المدى الطويل قرب نهاية اللعبة. (الشكل الأيمن)

الشكل رقم 11- التطور الزمني للإرهاق القصير المدى والطويل المدى في كرة القدم مقيسًا بأداء العدو السريع في لحظات مختلفة من المنافسة



المصدر: اجتهاد.

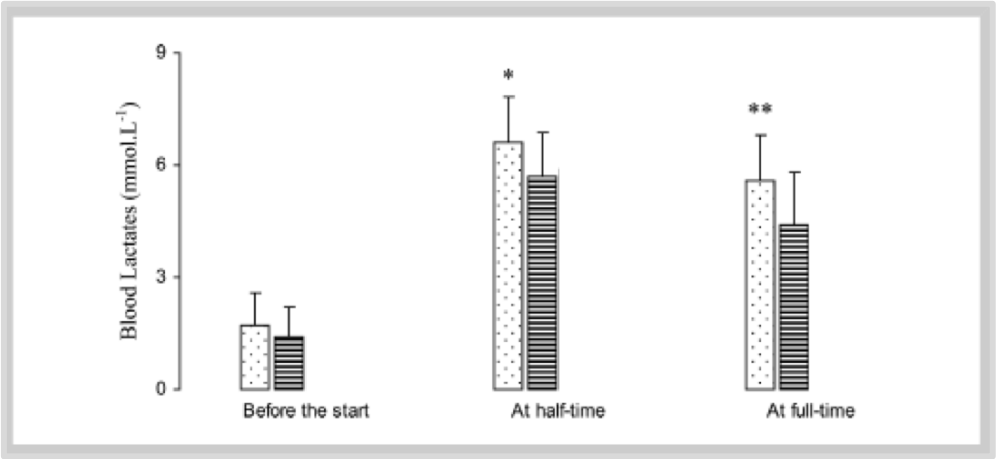
٪ من أفضل سباق عدد سباقات السرعة	of best sprint % Number of sprints
قبل المباراة خلال الشوط الأول خلال الشوط الثاني	Before the game During the first half During the second half
٪ من أفضل سباق عدد سباقات السرعة	of best sprint % Number of sprints
قبل المباراة بعد الشوط الأول بعد اللعبة	Before the game After the first half After the game

فيما يتعلق بالإرهاق الحاد أثناء التمرين فقد تم تحديده تاريخيًا بأنه ناتج عن تراكم نفايات ناتج التمثيل الغذائي اللاهوائي السائد أثناء الجهود العالية الكثافة، ومن بينها بشكل أساسي، بسبب تراكم حمض اللاكتيك. ومع ذلك، فإن بعض الأعمال النظرية من القرن الحادي والعشرين تقترح أن حمض اللاكتيك لا يمكن أن يتشكل عند درجة الحموضة الفسيولوجية في جسم الإنسان نظرًا لقيمة الـ pKa أو ثابت تفكك الحمض. ومن ثَم فإن الأنواع المتكونة ستكون اللاكتات وليس حمض اللاكتيك، في نفس الوقت الذي لا يستطيع فيه اللاكتات إطلاق H + ويسبب الحموضة أو التعب نظرًا لحالته كقاعدة مترافقة. نظريات أخرى أكثر حداثة (ليندنغر، 2008) تتطابق مع تكوين اللاكتات وليس حمض اللاكتيك في الجسم، على الرغم من أنها تقترح أن هذه المستقلبات -مثل غيرها- يمكن أن تؤدي إلى تفاقم التغيرات الأيونية (Cl ، + K-)، وتعديل الأيونات موصلات القناة (ClC ، Katp ، + K / + Na-1)، أو تؤثر على عمليات الحساسية الأيونية مثل استثارة غمد الليف العضلي، ومن ثم تساهم بمعنى آخر في ظهور التعب الحاد أثناء التمرين عن طريق إحداث تغييرات فيزيائية - كيميائية في ماء الجسم.

بغض النظر عن مساهمته في آليات الإرهاق، فإن إنتاج اللاكتات في الجسم ضروري للحفاظ على إمكانيات الأكسدة والاختزال، ومن ثم فاعلية تحلل السكر في إعادة تخليق ATP. علاوة على ذلك يعمل اللاكتات كوقود، ويمكن أن يتأكسد في الأنسجة الأخرى لأغراض إنتاج الطاقة في شكل ATP أو الجليكوجين عن طريق التكوّن الكبدي الجديد. ومن ثَم فإن إنتاج اللاكتات هو شرط أساسي للحفاظ على شدة تقلص العضلات. لاحظت الدراسات التي أجريت على لاعبي

كرة السلة (عبد الكريم، 2010) أن الرياضيين النخبة (الأشرطة البيضاء) لديهم قيم أعلى من اللاكتات بعد الشوط الأول وكذلك في نهاية المباراة مقارنة بالرياضيين ذوي المستوى الأدنى (الأشرطة المخططة).

الشكل رقم 12. متوسط قيم اللاكتاتيميا لدى لاعبي كرة السلة الهواة والنخبة خلال لحظات مختلفة من المباراة.

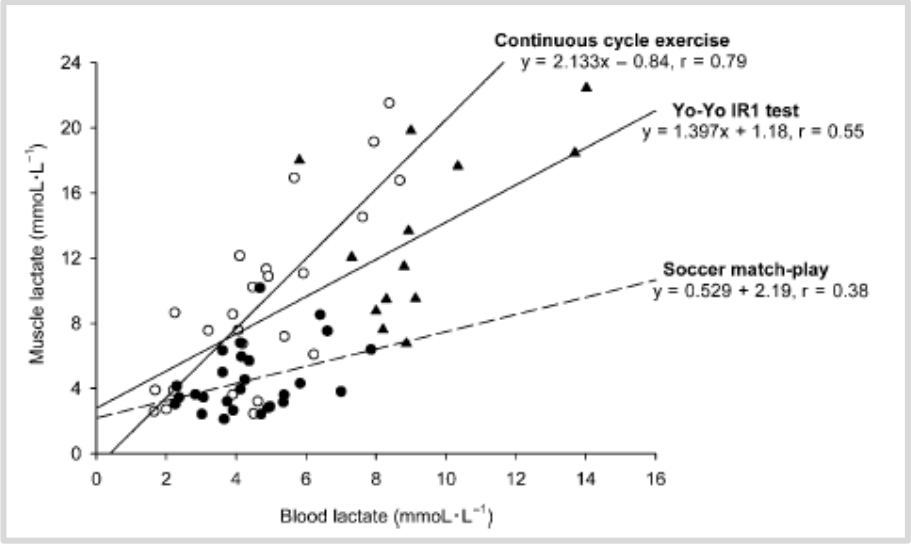


المصدر: اجتهاد شخصي.

Blood Lactates (mmol. L-1)	لاكتات الدم (مليمول. ل)
Before the start	قبل البدء
At half-time	بين الشوطين
At full-time	بدوام كامل

بغض النظر عن هذا، يبدو أن تقييمات اللاكتات في الدم لا تمثل بشكل موثوق ما يحدث داخل الألياف العضلية عندما يتعلق الأمر بالجهود المتقطعة؛ مما يحد من تحديد اللاكتات في الدم بشكل متكرر بمرور الوقت خلال هذا النوع من التمارين (كرتسب، 2006). على عكس ما يحدث أثناء الجهود المستمرة، يبدو أن الفرق بين إنتاج اللاكتات وإزالته أثناء الجهود المتقطعة يؤثر على معامل الاختلاف بين عيّنات اللاكتات التي تم الحصول عليها في ظل هذه الظروف. وهذا يعني أنه أثناء ممارسة التمارين الرياضية بشكل متقطع قد تكون مستويات اللاكتات في الدم مرتفعة على الرغم من أن مستويات العضلات منخفضة نسبيًا. قد يحدث أيضًا أنه كلما اقترب أخذ عينة الدم زادت الاختلافات بين هذين التركيزين.

الشكل رقم 13. الارتباط بين قيم لاكتات الدم والعضلات في أنواع مختلفة من الجهد. تمثل النقاط السوداء قيم اللاكتات أثناء لعبة كرة القدم، والنقاط البيضاء أثناء اختبار ركوب الدراجات المستمر، والمثلثات أثناء اختبار نوع آلة اليويو للتعافي المتقطع.

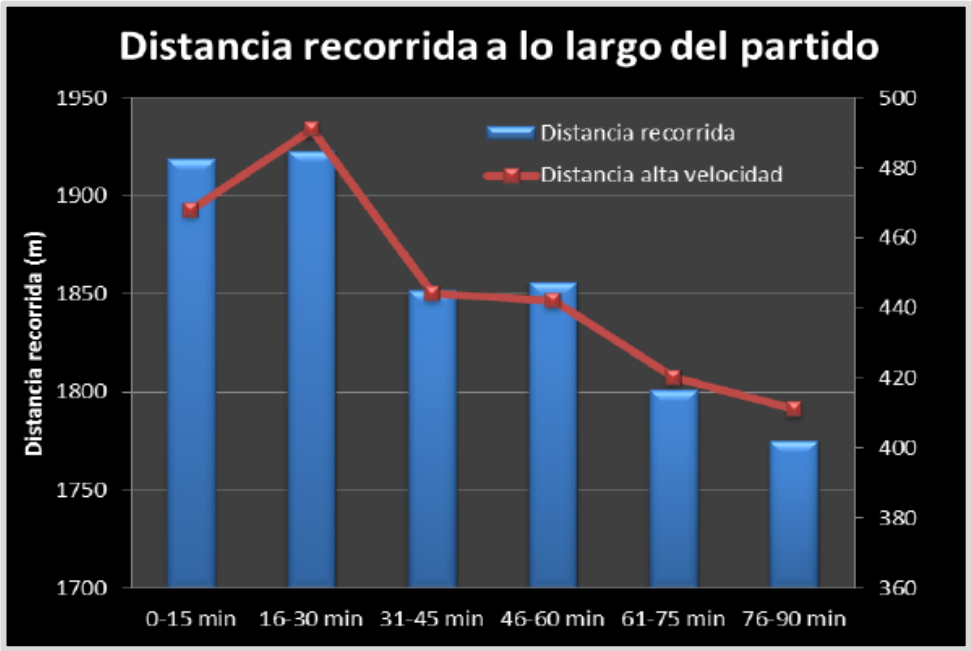


المصدر: اجتهاد شخصي.

Muscle Lactates (mmol. L)	لاكتات العضلات (مليمول. ل)
Blood Lactates (mmol. L)	لاكتات الدم (مليمول. ل)
Continuous cycle exercise	تمرين الدورة المستمر
Yo-Yo IR1 test	اختبار اليويو 1Yo-Yo IR
Soccer match-play	لعبة كرة القدم

أخيرًا، يتم تحديد التعب الطويل المدى خلال هذا النوع من الجهد من خلال ثلاثة عوامل رئيسية: استنفاد الجليكوجين العضلي، وارتفاع الحرارة، والجفاف. لكن الأولى هي الأكثر شيوعًا طالما يتم لعبها في البيئات المعتدلة. يمكن رؤية هذا الإرهاق الطويل المدى فيما يتعلق بالمسافة الإجمالية المقطوعة قرب نهاية المباراة، وكذلك المسافة المقطوعة بسرعة عالية. فيما يتعلق بإستراتيجيات منع هذا النوع من التعب يوصى بالحفاظ على لياقة بدنية عالية في اللاعبين، وكذلك اتباع نظام غذائي غني بالكربوهيدرات والوقاية من الجفاف وارتفاع الحرارة من خلال استهلاك سوائل قبل التمرينات وتطوير إستراتيجيات للتغلب على الحرارة.

الشكل رقم 14. إجمالي المسافة وبكثافة عالية غطّت طوال المباراة. مأخوذة من ديفيد كازاميشانا، 2014، مقتبس من كارلينغ، 2010



المصدر: مقتبس من https://goo.gl/CnCKEu.

Distancia recorrida a lo largo del partido Distancia recorrida (m)	المسافة المقطوعة طوال المباراة المسافة المقطوعة (م)
Distancia recorrida Distancia alta velocidad	المسافة المقطوعة مسافة عالية السرعة
0-15 min	0 - 15 دقيقة
16-30 min	16 - 30 دقيقة
31-45 min	31 - 45 دقيقة
46-60 min	46 - 60 دقيقة
61-75 min	61 - 75 دقيقة
76-90 min	76 - 90 دقيقة

الموضوع 3.2.3 وصف المتطلبات الفيزيولوجية لكرة القدم والرياضات الجماعية الأخرى

ملف الجهد العام في الرياضات الجماعية

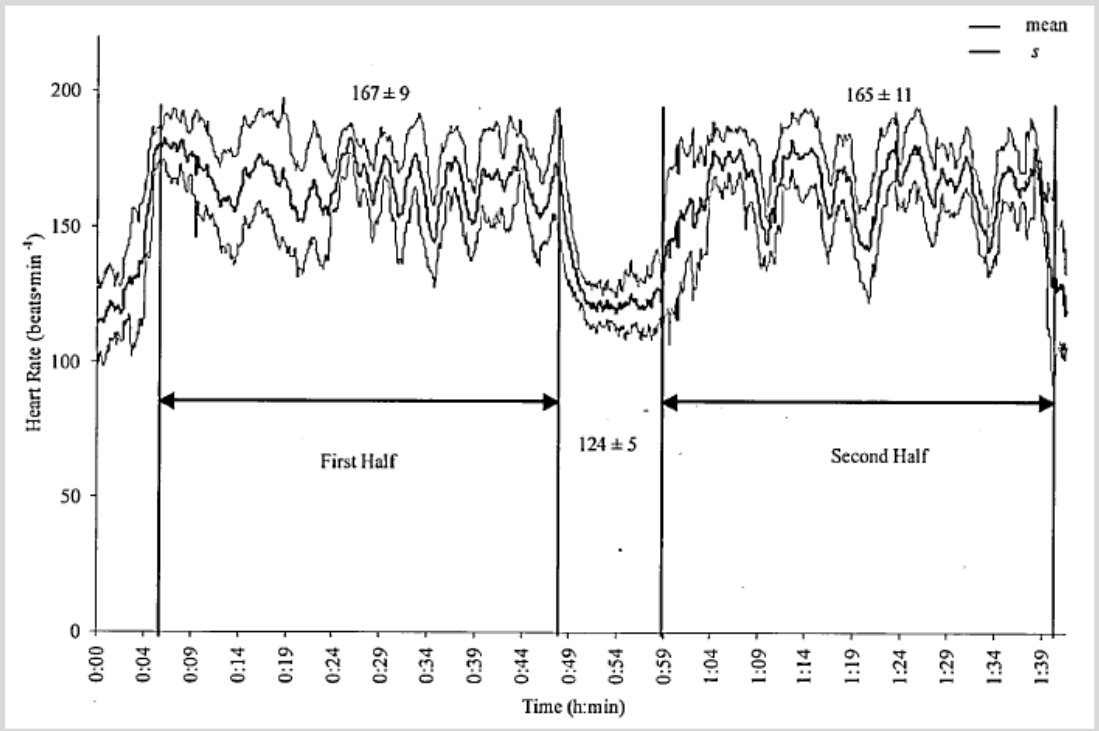
كرة السلة والرجبي

قد تزودنا استجابات الجهاز العصبي اللاإرادي بمعلومات مفيدة للغاية حول التكيف الوظيفي للكائن الحي مع التمرينات البدنية (أوبيرت، سيبس وبيكرز، 2003). ومع ذلك، فإن نمط استجابة الـ HR (معدل ضربات القلب) للتغيرات في الشدة أثناء التمرين المستمر والمتقطع يختلف بشكل ملحوظ؛ مما قد يؤدي إلى تكيفات تفاضلية للجهاز العصبي اللاإرادي لدى الرياضيين الذين يمارسون أي نوع من الرياضة (أوستوجيك وآخرون، 2010).

من ناحية أخرى، من المستحسن معرفة ما إذا كان معدل ضربات القلب معاملا مفيدًا لتقييم ملف الجهد في الرياضات المتقطعة. بالنظر إلى ذلك، لاحظ بن عبد الكريم وكاستاغنا، والفزعة، والعاطي (2010) أن استجابة نادي كرة السلة كانت أكبر في مجموعة من لاعبي كرة السلة على المستوى الدولي مقارنة باللاعبين على المستوى الوطني. يمكن إذًا أن يرتبط المستوى الأعلى لمجموعة الرياضيين بضغط أكبر على القلب والأوعية الدموية، ومن ثَم مع استجابة أكبر للموارد البشرية. استنتج هؤلاء المؤلفون أن الموارد البشرية تمثل مؤشرًا مفيدًا للغاية لتقييم الإجهاد الفسيولوجي العام أثناء المباراة، على الرغم من أن هذا المتغير يمكن أن يتأثر بسهولة بالآخرين، مثل القلق أو التوتر (توميلتي، 1993)، والحالة التغذوية ودرجة الحرارة. (جيلمان، 1996) .

عندما يتم تقييم ملف الجهد في مجموعات متجانسة يمكن أن تكون النتائج متناقضة. على سبيل المثال: في لعبة الرجبي، لاحظ كوتس، ريبورن، وأبت (2003) أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل ضربات القلب أو في مباريات الماضي، بشدة متوسطة أو عالية، بين الشوط الأول والثاني من مباراة شبه احترافية. ومع ذلك، لاحظ هيلجيرود، وإنجين، وويسلوف، وهوف (2001) في كرة القدم أن الوقت الذي يقضيه في مناطق معدل ضربات القلب الأعلى كان أكبر في النصف الأول فيما يتعلق بالثاني، وتم إبراز هذه الاستجابة بعد 8 أسابيع من كثافة عالية التدريب المتقطع.

الشكل رقم 15. متوسط معدل ضربات القلب خلال مباراة الرجبي شبه الاحترافية



المصدر: كوتس وآخرون.، 2003.

معدل ضربات القلب (نبضة * دقيقة) الوقت (ساعة: دقيقة)	Heart Rate (beats*min) Time (h:min)
النصف الأول النصف الثاني	First Half Second Half
متوسط سرعة	mean s

أثناء المباراة، يحافظ لاعبو كرة السلة على متوسط معدل ضربات قلب مرتفع (HR) يتراوح بين 165 و180 نبضة/ دقيقة (نبضة في الدقيقة)، ويصل أحيانًا إلى الحد الأقصى النظري للنبضات (220 نبضة في الدقيقة - العمر). خلال لحظات التوقف (الكرة المتوقفة) يتم ملاحظة قيم 150 جزءًا في المليون. وفقًا لماكينيس وآخرون. (1995)، كان متوسط معدل ضربات القلب أثناء وقت اللعب 168 ± 9 جزء في المليون (89٪ من معدل ضربات القلب القصوى). في 75٪ من هذا الوقت، تم تجاوز 85٪ من معدل ضربات القلب القصوى HRmax، في حين تم تنفيذ 50٪ من وقت العمل بمعدل ضربات قلب HR أكبر من 90٪ من معدل ضربات القلب القصوى HRmax . 15٪ من معدل ضربات القلب القصوى من الوقت الذي توجد فيه معدل هذه الضربات قريبة من الحد الأقصى؛ أي أكثر من 95٪ من HRmax. تستجيب القيم المذكورة سابقًا لوقت العمل؛ أي اللحظات التي تكون فيها الكرة في حالة اللعب. من ناحية أخرى، تم العثور على القيم الدنيا في الرميات الحرة وفي الوقت المستقطع حيث ينخفض معدل ضربات القلب إلى 70-75٪ و60٪ من معدل ضربات القلب القصوى، على التوالي.

معدل ضربات القلب له سلوك متقطع، بسبب أوقات اللعب التي يتم التعامل معها في هذا النظام، والتي تكون قصيرة وبأوقات مستقطعة قصيرة أيضًا.

فيما يتعلق بهذه النقطة دوّن باريوس (2002) في دراسة أجريت بعد مراقبة 10 مباريات اتحاد أندية كرة السلة (ACB)، وكأس الملك لكرة القدم في عامي 2000 و2001 في المتوسط 76.1 إجراء مقارنة بـ 72 استراحة. بهدف جدولة التدريب وأعبائه، وهي معطيات يجب العمل بها. كان متوسط الوقت يتراوح بين 30.7 ثانية للعبة و33.4 ثانية للفاصل. هذا يثبت أن الكثافة بين العمل والراحة في كرة السلة هي 1: 1. هذه البيانات مهمة لإدارة التقطع في بناء التدريب، وخاصة التي ينصب تركيزها على المقاومة. استمرت 45.5٪ من حركات اللعبة ما بين 1 و20 ثانية، و28٪ بين 21 و40 ثانية. فيما يتعلق بمسببات فترات الراحة، وفقًا لباريوس (2002) فإن حوالي 57 ٪ ناتج عن سوء السلوك الشخصي.

فيما يتعلق بالقوة الهوائية، فهي أقل من الرياضات الأخرى ذات الغلبة الهوائية. من ناحية أخرى، في نفس الرياضة، وجدنا أن أعلى مستويات 2VO تحدث في الدفاع أو الحرّاس بـ 65.5 مل/ كجم دقيقة مقابل 57.84 مل/ كجم دقيقة لدى المهاجمين (ماكينيس وآخرون.، 1995). فيما يتعلق بمستويات اللاكتات وجد ماكينيس (1995) متوسطًا قدره 6.8 ± 2.8 ملي مول/ لتر، حيث تم العثور على قيم تصل إلى 13.2 ملي مول/ لتر. بغض النظر عن هذه القيم المتوسطة يجب أن نوضح أن مساهمة مسار تحلل السكر -من حيث يأتي اللاكتات- يختلف اختلافًا كبيرًا اعتمادًا على وقت المباراة، وكذلك بين المباريات. يحدث هذا في الغالب في مسابقات مثل الدوري الأمريكي للمحترفين NBA، حيث يمكنك لعب ما يصل إلى 3 أو 4 مباريات في الأسبوع.

مع التغييرات التنظيمية جاءت أيضًا التعديلات في الأداء البدني؛ لذلك، نظرًا لتقصير وقت الاستحواذ (من 30 إلى 24 ثانية) زاد حجم الجري بسبب التغيير المستمر لامتلاك الكرة. حدد مورينو (1987) أن المسافات التي تغطيها المنافسة هي 6,104 مترًا لحراس النقاط، و5،632 مترًا للاعبي الأجنحة، و5552 مترًا للمحاور. يجمع إلى هذه البيانات أيضًا من خلال الإشارة إلى السرعات والشدة التي تنتقل بها هذه المسافات، وخلص إلى أن أكبر عدد من الحركات -بغض النظر عن الموقع في الفريق- تتم بسرعات تتراوح ما بين 1 إلى 3 م / ث.

"تنطوي كرة القدم -باعتبارها رياضة واسعة النطاق- على جهود متقطعة عالية الشدّة؛ أي الإجراءات المتكررة التي تنطوي على العمل: الاستراحة، والتي يتم توزيعها بطريقة دورية في جميع أنحاء اللعبة، وتتطلب أنظمة الطاقة الهوائية واللاهوائية معًا (بانغسبو، موهر وكروستراب، 2006). بهذا المعنى، تم الإبلاغ عن معدل يتراوح بين 1000-1400 إجراء قصير المدة يتغير كل 3-5 ثوانٍ ويتضمن مجموعة متنوعة من الإجراءات مع الكرة وبدونها، مثل الجري بسرعات مختلفة، وتمويهات، ومعالجات أثناء كرة القدم المطابقة، وتغييرات الاتجاه، والتسارع، والتباطؤ، والقفزات، والتسديدات، والجري الخلفي والجانبي، والتوازنات، والنزاعات، والمبارزات، من بين حركات أخرى (إيايا ، رامبينيني ، وبانجسبو، 2009؛ موهر، كروستراب، وبانجسبو، 2003)، وبتقديمها كلها بطريقة لا يمكن التنبؤ بها حسب ظروف اللعبة (دروت وأتكينسون ورايلي، 2007). " (كساميتشانا، 2014)

"لاعبو كرة القدم لديهم قدرة كبيرة على بذل جهود مكثفة بشكل متكرر (بانجسبو، ايايا، وكروستراب، 2008). وبالمثل، فإن التطويرات المهمة في السرعة، وقوة العضلات، والقوة، وخفة الحركة، والقوة الهوائية القصوى مطلوبة من اللاعب، في حين يلزم في الوقت نفسه عدد كبير من المهارات الفنية والتكتيكية الحاسمة (رامبينيني، إمبيرززيري، كاستاغنا، كوتس، وويلسف، 2009). يقترب متوسط الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO2max) للاعبي النخبة من القيم ما بين 55-70 مل/ كجم دقيقة -1، مع معايرة فردية أعلى من 70 مل/ كجم دقيقة -1 (ديفيس، بروير، وأتكين، 1992؛ رايلي، بانجسبو، وفرانكس، 2000؛ ويسلوف وهيلجيرود وهوف، 1998)، وضع العتبة اللاهوائية في نخبة اللاعبين بين 80-85٪ VO2max و80-90٪ هيلجيرود، إنجين، ويسلوف، وهوف، 2001؛ ستولن، شاماري، كاستاغنا، ويسلوف، 2005). فيما يتعلق بقوة اللعبة قيَّم العديد من الدراسات معدل ضربات القلب (HR) كمؤشر للشدة لدى اللاعبين من مختلف المستويات والعمر والجنس (هيلجيرود وآخرون، 2001؛ ستروبير وهانسن وكلاوسن، 2004). قام علي وفارالي (1991)، في اللاعبين شبه المحترفين الإسكتلنديين بتحديد قيم معدل ضربات القلب المتوسطة FCmed قريبة من 172 جزءًا في المليون. من ناحية أخرى، وصف بانغسبو (1994 أ) قيم معدل ضربات القلب المتوسطة FCmed للاعبين الدنماركيين من 160 جزءًا في المليون وللاعبين الدنماركيين النخبة من 170 جزءًا في المليون. وبالمثل، في اللاعبات السويديات المحترفات حصل بروير وديفيز (1994) على قيم معدل ضربات القلب المتوسطة FCmed قريبة من 175 جزءًا في المليون. موهر، كروستراب، نيبو، نيلسن، واي بانجسبو (2004)، لوحظ في اللاعبين على المستوى الإقليمي خلال المباريات الودية أن معدل ضربات القلب المتوسطة FCmed من 160 جزءًا في المليون. بناءً على هذه البيانات يمكن أن تكون قيم ضربات القلب المتوسطة أثناء اللعبة حوالي 160-170 جزءًا في المليون، مع تذبذبات بين 160 و190 جزءًا في المليون؛ لذلك من المعقول الاعتقاد بأن النظام الهوائي مطلوب كأولوية (90 ٪ من الطاقة المستهلكة) أثناء المباريات. (بانغبو، b1994) وجدت أن قيم ضربات القلب المتوسطة والقصوى (HRmed و HRmax) بنسبة 85٪ و 98٪ من القيم القصوى (بانغبو وآجرون .، 2006؛ كروستراب، موهر، إلينجسجارد، وبانجسبو، 2005)، مما يحذر من عبء فسيولوجي مرتفع يتحمله اللاعبون أثناء المنافسة". (كساميتشانا، 2014)

"من ناحية أخرى، من خلال قيم ضربات القلب، يمكن تقدير VO2max باستخدام العلاقة بين HR وVO2max أثناء اختبار جهاز المشي (إسبوسيتو، إمبيليزيري، مارجوناتو، فاني، بيتزيني، وفيكستايناس، 2004). إذا افترضنا هذه العلاقة فإن متوسط كثافة التمرين أثناء اللعبة البالغ 85٪ من HRmax سوف يتوافق مع متوسط استهلاك الأكسجين (VO2med) قريبًا من 75٪ VO2max أثناء اللعبة (أستراند، رودال، دال، وستروم، 2003). سيكون هذا مكافئًا لمتوسط 2VO يبلغ ما بين 45.0 و48.8 و 52.5 مل / كجم. دقيقة -1 لكل لاعب بقيم VO2max 60 و65 و70 مل / كجم / دقيقة -1، على التوالي، وربما يعكس إنفاق الطاقة في كرة القدم الحديثة. بالنسبة للاعب وزنه 75 كجم تتوافق هذه البيانات مع 1519 و1645 و1772 سعرًا حراريًا يتم إنفاقها أثناء اللعبة (1 لتر أكسجين/ دقيقة تقابل 5 كيلو كالوري)، بافتراض القيم المذكورة 60 و 65 و 70 مل/ كجم دقيقة -1 من VO2max، على التوالي (ستولن وآخرون. ،

2005)، المصادر الرئيسية للطاقة هي الجليكوجين العضلي، وجلوكوز الدم المعبأ من الجليكوجين في الكبد والأحماض الدهنية (بانغسبو، b1994). لقد لوحظ مؤخرًا أن بعض الواسمات البيوكيميائية مثل الكرياتين كيناز، واليوريا، وحمض البوليك، والميوجلوبين، والبروتين التفاعلي C قد تتغير بعد مباراة كرة القدم (أندرسون، وراستاد، ونيلسون، وبولسن، وغارثي، وكادي 2008؛ أسنسيون، ريبيلو، أوليفيرا، ماركيز، بيريرا، وماغالهايس، 2008)، وهو ما يعكس وجود الإجهاد الأيضي والميكانيكي، وتنشيط دورة البيورين، وتدهور الأحماض الأمينية (برانكاشيو، مافولي، وليمونجلي 2007). على الرغم من كل هذا فمن المحتمل أن قياسات معدل ضربات القلب أثناء المباراة تؤدي إلى المبالغة في تقدير 2VO بسبب عوامل مختلفة مثل الجفاف، أو ارتفاع الحرارة، أو الإجهاد العقلي الذي يمكن أن يرفع معدل ضربات القلب دون التأثير على المعايير المذكورة (بانجسبو وآخرون.، 2006). مع وضع هذه العوامل في الاعتبار يُقترح أن VO2med أثناء اللعبة يمكن أن يكون حوالي 70٪ من VO2max (بانجسبو وآخرون.، 2006). هذا التقدير لـ 2VO أثناء المنافسة مدعوم بقياسات درجة الحرارة الأساسية أثناء اللعبة (مؤشر غير مباشر لإنتاج الطاقة)، والتي تقترب من 39-40 درجة مئوية وتشير إلى أن الحمل أثناء اللعبة يبلغ حوالي 70٪ VO2max (إدواردز وكلارك ، 2006؛ موهر وآخرون، 2004). لتعميق معرفة VO2max في لاعب كرة القدم خلص العديد من الباحثين إلى أن لاعبي كرة القدم ذوي القيم العليا VO2max يركضون لمسافة إجمالية أكبر، ويؤدون نشاطًا أكثر بكثافة عالية، وعدد أكبر من سباقات السرعة، ويشاركون في عدد أكبر من الإجراءات الحاسمة أثناء اللعبة، ويحققون انتعاشًا أفضل بين الجهود العالية الكثافة (بانجسبو وميزون ، 1988؛ الشماري، الحشانة، الكاويش، جدي، موسى الشمري، ويسلوف ،2005؛ هوف، 2005)، بالإضافة إلى زيادة التعبئة واستخدام الدهون أثناء اللعبة مما يسمح بحجز الجليكوجين العضلي لاتخاذ إجراءات مكثفة وحاسمة (رايلي وتوماس ، 1979) وتراكم كمية أقل من اللاكتات (كازاميتشانا، 2014) بشكل غير مباشر، جوروستياجا (1993)، من خلال مراجعة الببليوغرافيا يخلص إلى أن لاعبي كرة القدم رفيعي المستوى يجب أن يقدموا قيم VO2max قيد التشغيل قريبة من أو تزيد عن 65 مل/ كجم/ دقيقة. وهذا من شأنه أن يسمح لهم بالحفاظ على وتيرة مطابقة متوسطة مكثفة وقدرة أكبر على التعافي.

"على الرغم من حقيقة أن التمثيل الغذائي الهوائي هو السائد خلال اللعبة (بانجسبو، 1994) فإن الإجراءات الرئيسية للنجاح في هذه الرياضة هي العدو السريع، والقفزات، والمبارزات، والرماية، والنزاعات، وما إلى ذلك. وهي تعتمد على التمثيل الغذائي اللاهوائي (ستولن وآخرون.، 2005)؛ مما يسلط الضوء على أهمية أنظمة الطاقة اللاهوائية اللاكتيكية في تحقيق النجاح في هذا التخصص. يقوم لاعب من النخبة بأداء 150-250 حركات مكثفة وجيزة أثناء المباراة (موهر وآخرون.، 2003)، لذلك اقترح بعض المؤلفين أن هناك نسبة عالية من تحلل الفوسفوكرياتين (25-30 ٪ أقل من قيم الراحة) خلال أجزاء مختلفة من اللعبة (بانجسبو وآخرون.، 2006؛ كروستروب، موهر، ستينسبيرج، بينكي، كجاير، وبانجسبو، 2006). من الواضح أن مستويات الفوسفوكرياتين (Pcr) ضرورية لإعادة تركيب الـ(ATP)، ومع ذلك فإن استعادة رواسب PCr تعتمد إلى حد كبير على التمثيل الغذائي الهوائي (هوف وهيلجيرود ، 2004). أجرى جلاستر (2005) مراجعة للقدرة على تكرار سباقات السرعة، وهي نموذجية للعديد من الرياضات المتقطعة (كرة الريشة، وكرة السلة، وكرة القدم، وما إلى ذلك) حيث يتم تكرار فترات صغيرة من الحد الأقصى أو دون الحد الأقصى من الشدة مع فترات قصيرة نسبيًا من كثافة منخفضة معتدلة. درس جلاستر الاستجابات الفسيولوجية، وآليات التعب، وتأثير التكييف الهوائي وخلص إلى أن القدرة على الحفاظ على سباقات متعددة تعتمد على العديد من العوامل، لكن توافر PCr والتراكم داخل الخلايا للفوسفور غير العضوي (Pi) ربما يكونان الأكثر تحديدًا لهذه النتيجة. بالإضافة إلى ذلك، فإن حقيقة أن كلًا من إعادة تركيب PCr والقضاء على Pi (عبر فسفرة الـ ADP) يعتمدان على العمليات الهوائية تشير إلى أن الرياضيين المدربين على التحمل قد يكون لديهم قدرة أفضل على الحفاظ على الكثافة في هذا النوع من الجهد. لتحديد مشاركة التمثيل الغذائي اللاهوائي تمت دراسة تركيز الدم قبل المباريات، وأثناءها، وبعدها. تم وصف تركيزات منتصف اللعبة بين الـ 12 ملمولولتر -1 ل مع معايرات فردية أعلى من 12 ملمولولتر -1 ل (بانجسبو، نورجراد وثورسو 1991؛ كرتسب وآخرون.، 2006) مما يشير إلى أن هناك طلبًا كبيرًا على نظام الطاقة اللاهوائية خلال فترات مختلفة من اللعبة (موهر، كرتسب وبانجسو 2005). على الرغم من هذه البيانات من المهم أن نضع في الاعتبار أن تقييمات اللاكتات تتأثر بشدة بالأنشطة التي قام بها اللاعب في 5 دقائق قبل جمع العينة (ستولن وآخرون.، 2005). " (كساميتشانا، 2014)

بارامترات اللاكتاتيميا (مقياس تسجيل التغييرات) في كرة القدم

وفقًا لبانجسبو وآخرون، في عام 1991 تكمن مشكلة قياسات حمض اللاكتيك في الرياضات الجماعية في أن القيم الموجودة في الدم تتوافق مع الجهد المبذول في آخر 5 دقائق قبل أخذ العينة؛ لذلك لا يمكن تحديد منتج الطاقة للمباراة بأكملها. في مواجهة هذا النهج قسم جروسجورج في عام 1990 المباراة لمدة 90 دقيقة ليتمكن من تسديد الكرة، ومن ثَم تكون النتائج مستقرة نسبيًا. وجد كاستيلانو في عام 1996 القيم التالية في اللاعبين الهواة: بعد المرة الأولى يبلغ متوسط حجم اللاكتات 7.3 ملي مول/ لتر. قبل بداية المرة الثانية انخفضت المستويات إلى متوسط 4.40 ملي مول/ لتر. في نهاية المرة الثانية كانت قيم حمض اللاكتيك في الدم 4.8 ملي مول/ لتر، وبعد 10 دقائق تم قياس 2.2 ملي مول/ لتر.

يثير ياجيس (2002) مفهومًا واضحًا إلى حد ما فيما يتعلق بمساهمات التمثيل الغذائي اللاهوائي اللاكتيكي. من ناحية أخرى، يعتمد استخدام هذا النظام على موقع اللاعبين في الملعب. مستويات عالية في لاعبي الفرقة، يليهم لاعبو خط الوسط، مع كون المدافعين المركزيين هم الأقل استخدامًا لهذا النظام. على الرغم من حقيقة أنه في أوقات معينة يمكن أن يرتفع تركيز اللاكتات في الدم في العضلات النشطة فإن التوقفات المستمرة ومراحل التعافي ذات الشدة المتوسطة والمنخفضة التي تظهر في اللعبة تتيح التخلص السريع من هذا، وإعادة استخدامه، وتجنب حدوث تراكم تدريجي يصل إلى القيم المحددة.

أخيرًا، عن طريق الاستنتاج، تمت ملاحظة القيم المتوسطة البالغة 3.8 ملي مول/ لتر. يبدو أن هناك مصادفة في انخفاض تركيز اللاكتات في الدم في النصف الثاني. يقدم هذا منطقًا معينًا، مع عدم النسيان أنه في النصف الثاني، تنخفض المسافات الإجمالية المغطاة، وكذلك الإجراءات العالية الكثافة.

ركائز الطاقة

بتطبيق خزعات العضلات في ستة لاعبين من الدرجة الأولى السويدية قبل المباراة، وأثناءها، وبعدها تم العثور على انخفاض كبير في مخازن الجليكوجين العضلي، بما في ذلك في الشوط الأول. في نهاية المباراة، قدم اللاعبون تفريغًا مهمًا للغاية من الاحتياطيات، حيث استخدموا ما بين 60٪ و90٪ من الاحتياطيات الأولية. من ناحية أخرى، تبين أن أكبر المسافات تمت تغطيتها من قبل اللاعبين الذين لديهم مستويات أعلى من الجليكوجين العضلي قبل بدء المباراة. بالإضافة إلى ذلك، قاموا بأداء 75٪ أوقات سباق أطول بأقصى سرعة.

يتم توزيع الركائز النشطة المستخدمة أثناء اللعبة على النحو التالي:

- 70٪ من الكربوهيدرات.
- 20٪ من الدهون.
- 10٪ بروتينات.

من الكربوهيدرات، تأتي النسبة الكبرى من الجليكوجين العضلي وجزء صغير فقط من الجليكوجين في الكبد (بانجسبو، 1994). كما لوحظ أن تركيز الأحماض الدهنية الحرة يزداد أثناء المباراة خاصة في الشوط الثاني. فيما يتعلق باستعادة مخزون الجليكوجين في العضلات فقد وجد أنه عندما يتبع لاعبو كرة القدم نظامًا غذائيًا يحتوي على النسبة المناسبة من الكربوهيدرات (بين 40 و50٪) فإنهم بعد 24 ساعة من نهاية اللعبة يظلون أقل بنسبة 30-40٪ من القيم التي تم العثور عليها قبل بدء المباراة (بانجسبو، 1994).

لا تزال مخازن الجليكوجين في العضلات لم تتعافَ بالكامل بعد 48 ساعة من المباراة (جاكوبس، 1982). فيما يتعلق بالتقلبات في الفوسفوكرياتين تم إجراء تحليل التصوير بالرنين المغناطيسي خلال ثلاث فترات مدتها دقيقتان من التمارين المتقطعة، والتي تضمنت تقلصات الذروة، والشدة المنخفضة، والانتعاش، على غرار أنشطة كرة القدم. انخفضت مستويات الـ PCr إلى 50٪ من الحد الأقصى، ولكن تم استعادتها بالكامل تقريبًا في نهاية فترات دقيقتين من التمرين المتقطع (بانجسبو، 1994).

يشير هذا إلى أن مساهمة النظام اللاهوائي alactic مهمة للغاية وأن من المحتمل إعادة تركيب كل من الـ ATP والـ PCr بشكل مستمر في فترات الكثافة المنخفضة لاستخدامهما إلى حد كبير في مراحل الكثافة العالية (ياجيس، 2002).

المسافة الإجمالية المقطوعة

في الوقت الحاضر، توافق معظم الببليوغرافيا المتخصصة على أن المسافات التي يتم تغطيتها تتراوح بين 9 و12 كيلومترًا، وتتأرجح هذه المسافة للاعب نفسه من لعبة إلى أخرى بين 2 و3 كيلومترات. يقع المتوسط في أكثر من 10 كم.

تم العثور على اختلافات بناءً على موقع الملعب الذي يشغله اللاعبون. يسافر لاعبو الوسط ما بين 2/1 و1 كم في كل مباراة أكثر من المدافعين والمهاجمين (جوروستياجا، 1993). لاعب خط الوسط لديه نشاط عالمي أكثر أهمية، مع مهن أطول. يتميز المهاجمون والمدافعون بالتناوب بين الراحة النسبية والعديد من النشاطات التفجيرية للسباقات القصيرة (بيرناي، 1993).

تشير البيانات الواردة أعلاه إلى الأرقام الإجمالية دون إحداث فرق في الأساليب التي بموجبها يركض الرياضيون هذه المسافات. لكن لا يمكننا التوقف عن التأكيد على أهمية الطريقة غير المنتظمة والمتقطعة التي يركضون بها، مع تغيرات كبيرة وسرعات واتجاهات.

حدد جوروستياجا (1993) النسب المئوية للكثافات التي تغطيها هذه المسافات.

- 55٪ إلى 60٪ يمشون أو يقفون، ما بين 40 و54 دقيقة.
- 35٪ إلى 40٪ سرعة معتدلة (أقل من 15 كم/ ساعة) من 31 إلى 35 دقيقة.
- 3٪ إلى 6٪ سرعة قصوى فرعية (بين 15 و25 كم/ ساعة) من 3 إلى 5 دقائق.

- السرعة القصوى من 0.4٪ إلى 2٪ (+ 25 كم/ ساعة) من 22 إلى 170 ثانية.

من ناحية أخرى، يتم بذل أقصى جهود الشدة على مسافات مختلفة:

- 50٪ للمسافات التي تقل عن 12 مترًا.
- 20٪ على مسافات تتراوح بين 12 و20 مترًا.
- 15٪ للمسافات بين 20 و30 مترًا.
- 15٪ للمسافات بين 20 و30 مترًا.

عدد التسارع لكل لعبة -الانطلاق من الوقوف أو الجري- حوالي 130 (سمودلاكا، 1978). من ناحية أخرى، فإن عدد تغيرات الإيقاع أثناء المباراة عادة ما يقترب من 1000 (بانجسبو، 1994).

فاعلية وقت اللعب

نريد أن نشير بهذا المفهوم، إلى الوقت الذي تكون فيه اللعبة نشطة ومتى يتم إيقافها. مقياس الوقت الفعال هو 48 دقيقة. هذا يعادل 54٪ من وقت التنظيم. إذا قسمناها إلى النصف الأول والثاني، فإن فعالية وقت اللعب هي 57٪ و51٪ على التوالي. كقيمة يجب تسليط الضوء عليها، خلال الدقائق الـ 15 الأولى من اللعبة، تحدث الفعالية الأكبر، والتي تنخفض تدريجياً حتى نهاية اللعبة (كاستلو، 1994).

حوالي 50٪ من اللحظات في كرة القدم، أثناء اللعب والاستراحة، تتراوح بين 0 و15 ثانية (هيرنانديز 1996). كولي وآخرون.، حصلوا على بيانات لم ينشروها مطلقًا، حيث تدوم 51٪ من الإجراءات أقل من 20 ثانية. فترات الإيقاف المؤقت التي تتراوح من 1 إلى 20 ثانية تمثل 75٪، 44 مرة لكل لعبة من الإجمالي.

الاستنتاجات

كخلاصة للمطالب الميكانيكية لكرة القدم يمكننا المساهمة بما يلي:

- تتراوح المسافات المقطوعة من 9 إلى 12 كم، مع اختلاف بين 2 و3 كم. يقع المتوسط أكثر من 10 كم.
- متوسط وقت اللعب الفعال حوالي 48 دقيقة و39 ثانية. هذا يعادل 54٪ من إجمالي وقت المباراة.
- اللاعب يقف أو يمشي بين 40 و54 دقيقة. ما بين 31 و35 دقيقة يركض بسرعة أقل من 15 كم/ ساعة. بين 3 و5 دقائق يركض بسرعة تتراوح بين 15 و25 كم/ ساعة. ركض فقط بسرعات تزيد عن 25 كم/ ساعة لفترة تتراوح بين 22 و170 ثانية.
- 51٪ من الإجراءات تستغرق أقل من 20 ثانية. في حين 9.5٪ فقط تدوم أكثر من 60 ثانية.

- فيما يتعلق بوقت الإيقاف المؤقت، يلاحظ أن أكبر قدر يستمر ما بين 1 و20 ثانية ويمثل 75٪ من إجمالي هذه (حوالي 44 مرة لكل لعبة).
- كثافة اللعبة (أو بروتوكول العمل) تتراوح من 1: 1.3 إلى 1: 1.8. بمعنى آخر، تكون فترات التوقف المؤقت أطول قليلًا من وقت العمل.
- لكل لعبة، هناك حوالي 130 تسارعًا وحوالي 1000 تغيير في السرعة.

من الناحية الفسيولوجية، يمكن توضيح الارتجاجات على النحو التالي:

- معدل ضربات القلب يحوم حول 170 نبضة في الدقيقة في المتوسط أثناء المباراة. بالنسبة لثلثي وقت اللعب فأنت تعمل بأكثر من 85٪ من الحد الأقصى لضربات القلب.
- متوسط استهلاك الأكسجين بالجهاز 3.5 لتر في الدقيقة. هذا يعادل 76٪ من 2VO بحد أقصى. يتم تقديم نسب مختلفة من 2VO اعتمادًا على المركز المشغول: 69٪ مدافعون، 66٪ وسط، 43.3٪ مهاجمون. إجمالي إنفاق الطاقة المقدر هو 1530 كيلو كالوري في 90 دقيقة.
- تم العثور على قيم تتراوح بين 3 و8 ملي مول/ لتر من اللاكتات، ويمكن أن تتراوح الاختلافات الفردية بين 2 و12 ملي مول/ لتر. يوجد تركيز أقل في النصف الثاني، كما تنخفض المسافة الإجمالية المقطوعة والإجراءات العالية الكثافة أيضًا في هذه الفترة.
- على الرغم من أن تركيز اللاكتات يكون أحيانًا مرتفعًا في العضلات النشطة إلا أن مراحل التعافي المستمر وفترات الشدة المتوسطة والمنخفضة تسمح بالتخلص السريع من اللاكتات وإعادة استخدامه في الدم؛ مما يؤدي إلى تجنب تراكمه إلى القيم المحددة.
- الجليكوجين العضلي ذو أهمية رئيسية في اللعبة حيث يتم استخدامه في الغالب ويمكن استنفاده مبكرًا.
- يمكن تعريف كرة القدم على أنها رياضة مختلطة حيث يوجد عدد كبير من الإجراءات التفجيرية التي تتطلب مدخلات طاقة من المسارات اللاهوائية، على الرغم من طول مدة الجهد الذي يقوم فيه النظام الهوائي بإمداد الطاقة باستمرار.
- تعتبر مشاركة التمثيل الغذائي اللاهوائي أثناء المباراة أمرًا مهمًا جدًا من الناحية الكمية؛ لأنه أحد المسؤولين الرئيسيين عن الإجراءات الحاسمة للمباراة (تنعكس بالقوة المتفجرة للأطراف السفلية وبسرعات الرحلات القصيرة جدًا).

المراجع

عبد الكريم، إن ب.، الشواشي، أ، شماري، ك.، شتارا، م، وكاستاغنا، سي (2010). الدور الموضعي والاختلافات على المستوى التنافسي في لاعبي كرة السلة للرجال على مستوى النخبة. مجلة أبحاث القوة والتكييف، 24 (5)، 1346-1355.

بانجيسبو، جاي. (1994) المطالب الفسيولوجية. في كتيب الطب الرياضي وعلوم كرة القدم. Blackwell Publishing Ltd.

بانجيسبو، جاي.، جراهام، ت، جوهانسن، إل، سالتين، ب. (1994) استقلاب لاكتات العضلات في الشفاء من التمارين الشاقة المكثفة: تأثير التمارين الخفيفة. مجلة علم وظائف الأعضاء التطبيقي، 77 (4)، 1890-1895.

بانجيسبو، جاي. وميشالسيك، إل (2002) تقييم القدرات الفسيولوجية لنخبة لاعبي كرة القدم. العلوم وكرة القدم IV، 53-62.

بانجيسبو، جاي. موهر، إم.، وكريتسب، ل. (2002) المتطلبات البدنية والتمثيل الغذائي للتدريب ولعب المباراة في لاعب كرة القدم المتميز. مجلة علوم الرياضة، 24 (07)، 665-674.

بانجيسبو، جاي. (2015) الأداء في الرياضة - مع التركيز بشكل خاص على تأثير التدريب المكثف. المجلة الاسكندنافية للطب والعلوم في الرياضة، 25 (4S) ، 88-99.

بندل، إم. واي.، هويت، آر دبليو، ووايلد، بي. جي. (2003) أداء الجري العالي السرعة: نهج جديد للتقييم والتنبؤ. مجلة علم وظائف الأعضاء التطبيقي، 95 (5)، 1955-1962.

كازاميشانا، د. وكاستيلانو، ج. (2010) الوقت - متطلبات الحركة ومعدل ضربات القلب والسلوك الإدراكي والحركي في ألعاب كرة القدم الصغيرة: تأثيرات حجم الملعب. مجلة علوم الرياضة، 28 (14)، 1615-1623.

كازاميشانا، د. وكاستيلانو، ج. كاليجا غونزاليس، ج.، سان رومان، ج.، وكاستاغنا، سي. (2013) العلاقة بين مؤشرات الحمل التدريبي للاعبي كرة القدم. مجلة أبحاث القوة والتكييف، 27 (2)، 369-374.

كيرنز، س.ب، وليندنجر، إم آي (2008). هل تساهم التفاعلات الأيونية المتعددة في إجهاد العضلات والهيكل العظمي؟ مجلة علم وظائف الأعضاء، 586 (17)، 4039-4054.

كاساس، أ. (2009). فسيولوجيا الجهود المتقطعة المطبقة على الرياضات الجماعية.

كوتس، إيه جيه، رامبينيني، إي، ماركورا، سي. إم.، كاستانيا، سي.، وإيمباليزاري، إف. إم. (2009) يرتبط معدل ضربات القلب ولاكتات الدم بالإجهاد الملحوظ أثناء مباريات كرة القدم الصغيرة. مجلة العلوم والطب في الرياضة، 12 (1)، 79-84.

كوتس، أ، ريبورن، ب، وABT، ج. (2003). تم تسريع معدل الموقد وتجميع اللاكتات في الدم والطاقة المقدرة في فريق دوري الرجبي شبه المحترف خلال المباراة: دراسة حالة. مجلة علوم الرياضة، 21 (2)، 97-103.

جابيت، ت. (2016). التدريب - مفارقة الوقاية من الإصابات: هل يجب أن يتدرب الرياضيون بذكاء وأصعب؟ المجلة البريطانية للطب الرياضي.

جوروستياجا، إي (1993). الأسس العلمية لكرة القدم. تطبيق لتدريب الجزء الأول. دفاتر كوتش، 2801-2810.

هيلجيرود، ج.، إنجن، إل سي، ويسلوف، يو، وهوف، ج. تدريبات التحمل الهوائية تحسن أداء كرة القدم. الطب والعلوم في الرياضة والتمارين الرياضية، 33 (11)، 1925-1931.

إمبيليزيري، إف إم، ماركورا، إس إم، كاستاغنا، سي، رايلي، تي، ساسي، إيه، إيايا، إف إم، ورامبينيني، إي (2006). التأثيرات الفسيولوجية والأداء للتدريبات الهوائية العامة مقابل التدريب الهوائي المحدد في لاعبي كرة القدم. المجلة الدولية للطب الرياضي، 27 (06)، 483-492.

إيايا، في. إم.، إرمانو، إر.، وبانجيسبو، جي. (2009) التدريب العالي الكثافة في كرة القدم. المجلة الدولية لعلم وظائف الأعضاء والأداء الرياضي، 4 (3)، 291-306.

مالون، س. (2017). الحادة: نسبة عبء العمل المزمن فيما يتعلق بخطر الإصابة في مجلة كرة القدم المحترفة للعلوم والطب.

موهر، إم.، وكريتسب، بي. بانجيسبو، جاي (2003) أداء المطابقة للاعبي كرة القدم ذوي المستوى العالي مع الإشارة بشكل خاص إلى تطور التعب. مجلة علوم الرياضة، 21 (7)، 519-528.

ماكينيس، إس إي، كارلسون، ج. جونز، سي جيه، وماكينا، إم ج. العبء الفسيولوجي المفروض على لاعبي كرة السلة أثناء المنافسة. مجلة علوم الرياضة، 13 (5)، 387-397.

مايهيو، إس آر، وفينجر، إتش إيه (1985). تحليل حركة الوقت لكرة القدم المحترفة. مجلة دراسات الحركة البشرية ، 11 (1) ، 49-52.

رايلي، ت. (1997). طاقة التمارين العالية الشدة (كرة القدم) مع إشارة خاصة إلى التعب. مجلة علوم الرياضة، 15 (3)، 257-263.

أوستوجيك، إس إم، ماركوفيتش، جي، كاليجا غونزاليس، جيه، جاكوفليفيتش، دي جي، فوسيتش، ف، وستويانوفيتش، إم دي. (2010) انتعاش سريع لمعدل ضربات القلب على المدى القصير بعد أقصى قدر من التمرين لرياضيي التحمل المستمر مقابل المتقطع. المجلة الأوروبية لعلم وظائف الأعضاء التطبيقي، 108 (5)، 1055-1059.

رامبينيني، إي، إمبيليزيري، إف إم، كاستاغنا، سي، كوتس، إيه جيه، ويسلوف، يو (2009). الأداء الفني خلال مباريات كرة القدم بدوري الدرجة الأولى الإيطالي: أثر التعب والمستوى التنافسي. مجلة العلوم والطب في الرياضة، 12 (1)، 227-233.

سيرول لو فارغاس (2003) الأنظمة الديناميكية والأداء في الرياضات الجماعية. في اللقاء الأول للمجمع والرياضة. INEFC- برشلونة.

سيرول لو فارغاس (2003) أساسيات التدريب الرياضي. العمل المقدم في دورة الإعداد البدني الأول في الرياضات الجماعية، يونيو، تشيستي (فالنسيا).

توميلتي، د. (1993). الخصائص الفسيولوجية لنخبة لاعبي كرة القدم. الطب الرياضي، 16 (2)، 80-96.

سيرول لو فارغاس (2013) دورات تدريبية حول البنية المعرفية للمدربين الرياضيين.

فاسكيز، أ. (2015) كرة القدم: من تحليل اللعبة إلى تحرير التقارير الفنية: MC Sports