

## تأثير الانقطاع عن التدريب على الوظائف الفسيولوجية

من المعروف بأن التدريب البدني المنتظم يؤدي إلى حدوث تكيف فسيولوجي للعديد من وظائف أجهزة الجسم المختلفة. ويظهر أثر التدريبات الهوائية، على وجه الخصوص، في تنمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال تحسين إنتاج القلب وزيادة نشاط الأنزيمات الهوائية وعدد وحجم الميتوكوندريا في العضلات العاملة، والجدول رقم (١) يلخص مجمل الآثار الناجمة عن التدريب على الوظائف الفسيولوجية في الجسم.

وعلى عكس التدريب البدني، فإن الانقطاع عن التدريب يؤدي إلى فقدان التكيف الفسيولوجي الناتج عنه، ويقصد بالانقطاع عن التدريب ذلك الانقطاع المؤقت عن التدريب البدني المنتظم الموجه لتنمية عناصر اللياقة البدنية أو المحافظة عليها، والذي غالباً ما يحدث بعد انتهاء الموسم الرياضي وقبل بدء الموسم الجديد. فالدراسات العلمية التي أجريت سواء على أفراد غير رياضيين، أو على رياضيي التحمل، أو على رياضيي القدرة أو على لاعبي الرجبي، أشارت كلها إلى أن الاستهلاك الأقصى للأكسجين ينخفض بمقدار يتراوح من ٦-٢٠% نتيجة التوقف عن التدريب البدني مدة تبلغ من أربعة إلى ثمانية أسابيع، وأن هذا الانخفاض يتفاقم مع زيادة فترة التوقف. وتؤكد الدراسات التي أجريت على السباحين أيضاً أن التكيف الفسيولوجي الناتج عن عدة أشهر من التدريب البدني يمكن أن يضمحل عند التوقف عن التدريب لمدة تتراوح من أسبوع إلى أربعة أسابيع.

ويعزى الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأكسجين نتيجة للتوقف عن التدريب إلى انخفاض حجم الدم الذي بدوره يقود إلى انخفاض حجم الضربة القسوى ومن ثم انخفاض إنتاج القلب الأقصى، كما أن هناك دلائل تشير إلى أن سبب الانخفاض يعود إلى مزيج من انخفاض الإمكانية التنفسية الخلوية (للعضلات) وانخفاض قدرة جهاز نقل الأكسجين.

أما القدرة اللاهوائية، فتشير دراسة علمية حديثة نسبياً إلى عدم ظهور آثار سلبية ملحوظة عليها من جراء توقف دام سبعة أسابيع لدى أفراد تم تدريبهم مسبقاً لمدة تسعة أسابيع، على الرغم من انخفاض قدرتهم الهوائية بمقدار ٤% من جراء التوقف عن التدريب. ويبدو أيضاً أن ضربات القلب تزداد نتيجة للتوقف عن التدريب البدني لدى رياضي التحمل بمقدار يتراوح من ٣-٧% مقارنة بما كانت عليه قبل التوقف عن التدريب. كما أن العتبة اللاهوائية تنخفض من جراء التوقف عن التدريب، حيث أشارت إحدى الدراسات التي أجريت على طلاب جامعيين، أن توقفاً دام تسعة أسابيع أدى إلى انخفاض العتبة اللاهوائية بمقدار ٩% عما هي عليه قبل التوقف عن التدريب.

جدول رقم (١): ملخص للتكيف الفسيولوجي الناتج عن التدريب البدني الهوائي.

المتغير	التأثير	المتغير	التأثير
حجم القلب	يزداد	استخلاص الأكسجين في العضلة	يزداد
ضربات القلب في الراحة	تنخفض	جريان الدم في العضلات	يزداد
ضربات القلب دون القصوى	تنخفض	حجم بلازما الدم	يزداد
ضربات القلب القصوى *	لا تتغير	كريات الدم الحمراء	يزداد
حجم الضربة في الراحة **	يزداد	نسبة الهيماتوكريت	تنخفض
حجم الضربة دون القصوى	يزداد	معامل التبادل التنفسي الأقصى	يزداد
حجم الضربة القصوى	يزداد	نبض الأكسجين في الراحة	يزداد
نتاج القلب في الراحة	لا تتغير	نبض الأكسجين دون الأقصى	يزداد
نتاج القلب دون الأقصى	لا تتغير	نبض الأكسجين الأقصى	يزداد
نتاج القلب الأقصى	يزداد	ضغط الدم الشرياني المرتفع	ينخفض
عدد مرات التنفس القصوى	يزداد	ضغط الدم الشرياني الطبيعي	لا تتغير
حجم التنفس الأقصى	يزداد	العتبة اللاهوائية	يزداد
حجم التهوية الرئوية في الراحة	لا تتغير	حجم الميتوكوندريا	يزداد
حجم التهوية الرئوية دون القصوى	لا تتغير	عدد الميتوكوندريا	يزداد
حجم التهوية الرئوية القصوى	يزداد	نشاط الإنزيمات الهوائية	يزداد
استهلاك الأكسجين في الراحة	لا تتغير	نسبة الشحوم في الجسم	تنخفض
استهلاك الأكسجين دون الأقصى	لا تتغير	حساسية الخلايا للأنتولين	يزداد
الاستهلاك الأقصى للأكسجين	يزداد	كثافة العظام	يزداد
مستوى الدهون الثلاثية (TG) في الدم	ينخفض	مستوى القلق والتوتر والكآبة	ينخفض
مستوى الكوليسترول عالي الكثافة (الجيد) في الدم (HDL-C)	يزداد	نسبة الأوعية الدموية الشعرية إلى الألياف العضلية	تزداد
انحلال مادة الفيبرين في الدم، مما يساعد على سيولة الدم	يزداد	أيض الكربوهيدرات	يتحسن

\* أو تنخفض قليلاً، خاصة لدى الرياضيين المتميزين ؛ \*\* تنخفض قليلاً بفعل زيادة حجم بلازما الدم.

وعلى الرغم من أن معظم البحوث المتعلقة بتأثير الانقطاع عن التدريب تناولت رياضات تحميلية بحتة أو أجريت على رياضيين يمارسون تدريبات القوة العضلية فقط، إلا أن دراسة أخرى أجريت منذ زمن طويل على مجموعة من لاعبي كرة القدم الجامعيين، أظهرت نتائجها أن خمسة أسابيع من التوقف عن التدريب البدني كانت كفيلة بتراجع مستوى الاستهلاك الأقصى للأكسجين إلى ما كان عليه قبل التدريب.

ولقد قمنا قبل سنوات قليلة بإجراء بحث موسّع للتعرف على تأثير الانقطاع عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع على الوظائف الفسيولوجية للاعبين كرة القدم السعوديين (الهزاع، مركز البحرين للبحوث والدراسات، ٢٠٠٥)، وكانت عينة البحث مكونة من ٢٢ لاعباً من لاعبي كرة القدم المنتمين لأحد أندية الدوري الممتاز في مدينة الرياض. ولقد تراوحت أعمار اللاعبين من ١٩ - ٣١ سنة (متوسط العمر ٢٢,٢)، وبلغ متوسط كل من وزن الجسم وطوله لديهم ٦٥,٧ كجم، ١٧٣,٣ سم، على التوالي، أما نسبة الشحوم في الجسم فبلغت لديهم في المتوسط ١٣,٧%. ولقد كانت فترة الانقطاع خلال الصيف، ولقد أجرينا القياسات الفسيولوجية لهم في المختبر خلال الأسبوع الذي يلي انتهاء الموسم الرياضي، ثم قمنا بتكرار القياسات نفسها قبل بدء الموسم التالي من الدوري. في الفقرات التالية سوف نستعرض نتائج تأثير الانقطاع عن التدريب البدني لدى لاعبي كرة القدم السعوديين على كل من الوظائف القلبية التنفسية والعضلية الهيكلية، ومناقشة تلك التغيرات التي حصلت لهم من جراء ذلك.

### **التوقف عن التدريب البدني والمتغيرات الجسمية والعضلية**

يوضح الجدول رقم (٢) نتائج تأثير التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع لدى لاعبي كرة القدم السعوديين على المتغيرات الجسمية والعضلية، ويظهر من الجدول أن هناك زيادة طفيفة (غير دالة عند مستوى ٠,٠٥ أو أقل) في كل من كتلة الجسم ومؤشر كتلة الجسم بينما كانت الزيادة في نسبة الشحوم (+٥,٨%) دالة عند مستوى دلالة مقداره ٠,٠٥ أو أقل. وباستثناء انخفاضين دالين (عند مستوى ٠,٠٥ أو أقل) في كل من نسبة قوة العضلات الخلفية إلى الأمامية للفخذ (-٦%)، والمرونة (-٢,١%)، فإن جميع مؤشرات قوة عضلات الطرفين العلوي أو السفلي من الجسم لم تشهد أي انخفاض دال (عند مستوى ٠,٠٥% فأقل) من جراء التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع لدى لاعبي كرة القدم، وهذا يعني أن مدة التوقف لدى عينة الدراسة الحالية البالغة حوالي شهرين أثرت سلباً على كل من نسبة الشحوم في الجسم، وعلى نسبة قوة العضلات الخلفية إلى الأمامية للفخذ، وعلى المرونة المفصليّة، لكنها لم تؤثر بشكل ملحوظ على القوة العضلية.

جدول رقم (٢): تأثير التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع على المتغيرات الجسمية والعضلية لدى لاعبي كرة القدم.

المتغير	قبل التوقف	بعد التوقف	الفرق	
			مطلق	نسبي
كتلة الجسم (كجم)	٦٥,٧ ٩,٢ ±	٦٧,٠ ٨,٦ ±	١,٣ + ٣,٤ ±	٢,٠ + %
مؤشر كتلة الجسم (كجم/م <sup>٢</sup> )	٢١,٩ ١,٩ ±	٢٢,١ ١,٩ ±	٠,٢ + ١,٤ ±	٠,٩١ + %
مجموع سمك طبقات الجلد (مم)	٢١,٢ ٥,٤ ±	* ٢٢,١ ٦,١ ±	٠,٩ + ١,٨ ±	٤,١ + %
نسبة الشحوم في الجسم (%)	١٣,٧ ٤,٣ ±	* ١٤,٥ ٤,٧ ±	٠,٨ + ١,٤ ±	٥,٨ + %
كتلة الأجزاء غير الشحمية (كجم)	٥٦,٤ ٦,١ ±	٥٦,٩ ٥,٦ ±	٠,٥ + ٢,٤ ±	٠,٩ + %
قوة القبضة (كجم)	٣٩,١ ٦,٥ ±	٤٠,١ ٦,٩ ±	١,٠ + ٣,٥ ±	٢,٥ + %
قوة الذراع ثنياً (كجم)	٣٦,٢ ٥,٥ ±	٣٧,٢ ٥,٦ ±	١,٠ + ٦,٦ ±	٢,٧ + %
قوة الذراع مداً (كجم)	٣٠,١ ٣,٨ ±	٣٠,١ ٤,١ ±	٠,٠ + ٤,٥ ±	٠,٠ + %
قوة العضلات الأمامية للخذ (كجم)	٦٦,٨ ١٣,٠ ±	٦٧,١ ١٠,٩ ±	٠,٣ + ١٠,٠ ±	٠,٤ + %
قوة العضلات الخلفية للخذ (كجم)	٣٦,٩ ٦,٥ ±	٣٥,٠ ٧,٤ ±	١,٩ - ٧,٢ ±	٥,١ - %
نسبة قوة العضلات الخلفية للخذ إلى الأمامية (%)	٥٥,٤ ٠,٠٩ ±	* ٥٢,١ ٠,١ ±	٣,٣ - ٠,٨١ ±	٦,٠ - %
المرونة (سم)	٤٢,٩ ٥,٤ ±	* ٤٢,٠ ٥,٣ ±	٠,٩ - ١,٩ ±	٢,١ - %

\* فروق ذات دلالة عند مستوى ٠,٠٥ أو أقل بعد التوقف عن التدريب مقارنة بما قبل التوقف.

وحتى نتفهم عدم حدوث انخفاض في القوة العضلية لديهم من جراء التوقف، لا بد من إدراك أن عينة لاعبي كرة القدم هذه لا يمارسون أصلاً أي قدر ملموس من تدريبات القوة العضلية، على الرغم من أهميتها لهم، وبالتالي فهم لم يطوروا القوة العضلية أصلاً لئتم فقدانها من جراء التوقف عن التدريب. ويؤكد ذلك ما خلصت إليه دراسة إيطالية، أجريت على لاعبي كرة القدم المحترفين، أفادت بأن التدريبات البدنية التي يمارسها لاعبو كرة القدم باعتماد لمدة ٦ أشهر

من الموسم الرياضي الإيطالي قد أدت إلى تكيف ملحوظ في حجم القلب بدون حدوث تغيرات معنوية في حجم العضلات الهيكلية. والمعروف أن تدريبات القوة العضلية تعد مهمة وحيوية للأداء البدني في رياضة مثل كرة القدم، حيث تشير نتائج البحوث التي أجريت على لاعبي كرة القدم الدنماركيين، والنرويجيين إلى أهمية عنصر القوة العضلية بالإضافة إلى القدرة الهوائية لاستمرار الأداء البدني والفني للاعب في أحسن حالاته طوال ٩٠ دقيقة من اللعب. وعلى الرغم مما سبق، فإن الدراسات التي تناولت تأثير الانقطاع عن تدريبات القوة العضلية لدى الأفراد العاديين تشير إلى أن القوة العضلية تعود إلى سابق مستواها قبل التدريب، بعد عدة أسابيع من الانقطاع عنه. وفي مراجعة للعديد من الدراسات التي أجريت على الرياضيين اللذين مارسوا تدريبات القوة العضلية ثم توقفوا عن الممارسة لمدة تراوحت من ٨-١٢ أسبوعاً، أتضح أن الانخفاض في القوة العضلية بلغ من ٧-١٢ % من جراء التوقف عن التدريب.

ويلاحظ من النتائج أن نسبة قوة العضلات الخلفية إلى الأمامية لدى لاعبي كرة القدم انخفضت بشكل دال (عند مستوى ٠,٠٥) من جراء التوقف عن التدريب، ولقد بلغت نسبة هذا الانخفاض ٦%، والمعروف أن عدم الاتزان بين قوة العضلات الخلفية والأمامية للفخذ يؤدي إلى زيادة احتمالات تعريض مفصل الركبة للإصابة، وفي هذا الصدد، لا بد من التنويه بأن على لاعبي كرة القدم تقوية العضلات الخلفية للفخذين لديهم قبل بداية الموسم الرياضي (خلال فترة الإعداد البدني)، حتى لا يبدأ الموسم الرياضي وعضلات الفخذ الخلفية ضعيفة، الأمر الذي قد يزيد من فرصة تعرضهم لإصابات الركبة مبكراً.

### **التوقف عن التدريب البدني والقدرة اللاهوائية**

يوضح الجدول رقم (٣) نتائج تأثير التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع لدى لاعبي كرة القدم السعوديين على متغيرات القدرة اللاهوائية، وتبدو من النتائج الموضحة في الجدول ذاته أنه لا توجد فروق دالة (عند مستوى ٠,٠٥ فأقل) بين مستويات كل من القفز العمودي، والقدرة اللاهوائية القصوى حتى العشر الثواني الأولى من الجهد، أو في مؤشر التعب، أو في تركيز حمض اللبنيك بعد الجهد الأقصى نتيجة للتوقف عن التدريب البدني، بينما ظهر انخفاض دال (عند مستوى ٠,٠٥ فأقل) في كل من القدرة اللاهوائية القصوى خلال العشرين ثانية الأولى، ومتوسط القدرة اللاهوائية خلال الثلاثين ثانية من الاختبار، لدى لاعبي كرة القدم من جراء التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع. وهذا يعني أن تأثير التوقف عن التدريب البدني لدى لاعبي كرة القدم كان ضئيلاً (غير دال) في اختبارات تعبر عن القدرة اللاهوائية القصوى أثناء الجهد البدني القصير الأمد الذي لا يتجاوز العشر ثواني.

جدول رقم (٣): تأثير التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع على متغيرات القدرة اللاهوائية لدى لاعبي كرة القدم.

المتغير	قبل التوقف	بعد التوقف	الفرق	
			مطلق	نسبي
القفز العمودي (سم)	٥٧,٧ ٥,٥ ±	٥٧,٢ ٥,٩ ±	٠,٥ - ٥,١ ±	- ٠,٨ %
القدرة اللاهوائية القصوى (شمعة/ كجم)	١٢,٨ ١,٣ ±	١٢,٥ ١,١ ±	٠,٣ + ١,١ ±	- ٢,٣ %
القدرة اللاهوائية القصوى خلال ٥ ثواني (شمعة/ كجم)	١١,٦ ١,٤ ±	١١,٤ ١,١ ±	٠,٢ - ١,٣ ±	- ١,٧ %
القدرة اللاهوائية القصوى خلال ١٠ ثواني (شمعة/ كجم)	١١,٢ ١,٣ ±	١٠,٨ ٠,٩٣ ±	٠,٤ - ١,١ ±	- ٣,٥ %
القدرة اللاهوائية القصوى خلال ٢٠ ثانية (شمعة/ كجم)	١٠,٤ ١,١ ±	* ٩,٩ ٠,٦٩ ±	٠,٥ - ٠,٨٦ ±	- ٤,٨ %
متوسط القدرة اللاهوائية خلال ٣٠ ثانية (شمعة/ كجم)	٨,٩٨ ٠,٦٧ ±	* ٨,٧٨ ٠,٦١ ±	٠,٢٠ - ٠,٤٢ ±	- ٢,٣ %
مؤشر التعب خلال ٣٠ ثانية (شمعة/ ثانية)	١٦,٢ ٤,٣ ±	١٥,١ ٤,٩ ±	١,١ + ٣,٧ ±	- ٦,٧ %
تركيز حمض اللبنيك بعد الاختبار بثلاث دقائق (ملي مول/ لتر)	٢١,١ ٣,٢ ±	١٢,٢ ٢,٦ ±	٠,١ + ٣,٠ ±	+ ٠,٨ %

\* فروق ذات دلالة عند مستوى ٠,٠٥ أو أقل بعد التوقف عن التدريب مقارنة بما قبل التوقف.

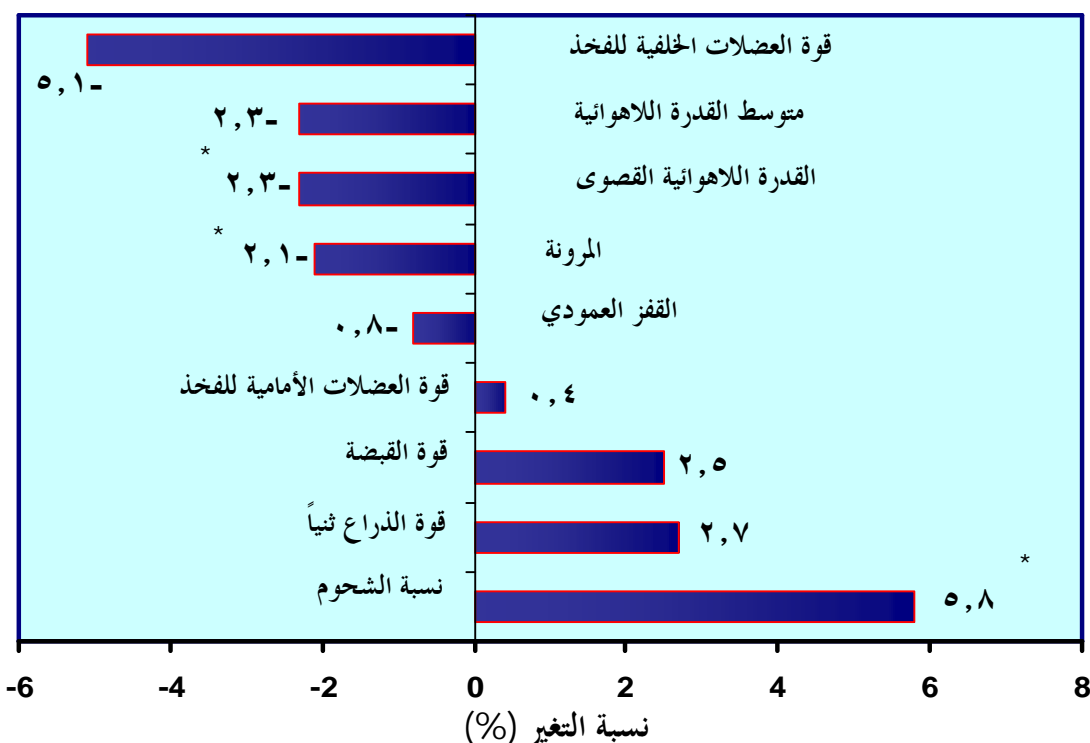
يتضح إذاً أن التوقف عن التدريب البدني لدى لاعبي كرة القدم السعوديين لم يؤثر بشكل ملحوظ على للقدرة اللاهوائية القصوى، وهذه القدرة تعد مؤشراً على قدرة العضلات على أداء جهد بدني عنيف لمدة قصيرة لا تتجاوز ٥ ثواني، يتم فيها تزويد العضلات بالطاقة بواسطة تحلل فوسفات الكرياتين بشكل رئيسي، وهذه النتائج تبدو متفقة مع نتائج دراسة أجريت على مجموعة من الأفراد الذين تم تدريبهم لمدة ٩ أسابيع بواقع ٤ مرات في الأسبوع، ثم توقفوا عن التدريب لمدة ٧ أسابيع، حيث لم تتخفص القدرة اللاهوائية القصوى لديهم عندما تم قياسها بواسطة درجة الجهد، وعلى النقيض من ذلك انخفضت قدرتهم الهوائية بمقدار ٤ % من جراء التوقف عن التدريب، أما متوسط القدرة اللاهوائية خلال ٣٠ ثانية لدى عينة الدراسة، فقد انخفض بنسبة ٢,٣ % (انخفاض ذو دلالة عن مستوى ٠,٠٥) من جراء التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع، ويمكن تفسير ذلك في أن اختبار القدرة اللاهوائية لمدة ٣٠ ثانية لا يعد مؤشراً بحتاً

للطاقة اللاهوائية، بل يعتمد الأداء البدني في هذا الاختبار على الطاقة الهوائية بنسبة تقدر بحوالي ٢٥% ، وبالتالي فقد أثر انخفاض القدرة الهوائية لدى لاعبي كرة القدم في الدراسة الحالية نتيجة للتوقف عن التدريب على المساهمة الهوائية لهم في اختبار القدرة اللاهوائية خلال ٣٠ ثانية.

أما مستوى ارتقاء لاعبي كرة القدم للأعلى في الدراسة الحالية فلم يتأثر كثيراً من جراء التوقف عن التدريب البدني، حيث كان الانخفاض ضئيلاً جداً، بلغ ٠,٠٥ سم فقط. والمعروف أن اختبار القفز لأعلى يعد مؤشراً للقدرة العضلية. وتتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة منشورة سابقاً، أجريت على رياضيي القدرة الذين انقطعوا عن تدريبات القدرة لمدة أسبوعين، أكدت نتائجها عدم ظهور أي انخفاض معنوي بين نتائج القفز لأعلى قبل الانقطاع عن التدريب وبعده. وقد عزي باحثوا الدراسة عدم وجود فروق دالة من جراء التوقف عن التدريب، إلى أن الرياضيين المشاركين في الدراسة لم يمارسوا تدريبات القفز قبل التوقف، وبالتالي فهم لم يكتسبوا قدرة على القفز أصلاً حتى يفقدوها، ولا نستطيع الجزم بأن لاعبي كرة القدم السعوديين في عينة الدراسة هذه لم يمارسوا تدريبات القفز لأعلى قبل الانقطاع عن التدريب، لكن وإن مارسوها كما يحدث عادة في بعض التمرينات المخصصة لضرب الكرة بالرأس أثناء تدريبات كرة القدم، فهي تبدو وكأنها محاولة لإتقان مهارة الضرب بالرأس أكثر منها لتطوير القدرة على الارتقاء لأعلى.

وفيما يتعلق بمرونة العضلات الخلفية للفخذين، فإن لاعبي كرة القدم أظهروا انخفاضاً يعادل ٢,١% (لكنه دال معنوياً عند مستوى دلالة = ٠,٠٥) من جراء التوقف عن التدريب، وقد يعزى هذا الانخفاض إلى توقف لاعبي كرة القدم بعد انتهاء الموسم الرياضي عن ممارسة تمرينات الإطالة، التي عادة ما تكون جزءاً أساسياً من التمرينات البدنية التي يمارسها عامة لاعبي كرة القدم خلال الموسم الرياضي.

وفي محاولة منا لإلقاء الضوء بصورة مجملية على تأثير التوقف عن التدريب لمدة ٨ أسابيع على بعض المتغيرات الجسمية والعضلية لدى لاعبي كرة القدم السعوديين، تم رسم الشكل البياني رقم (١)، الذي يوجز فعلاً أهم التأثيرات الناتجة عن التوقف عن التدريب على المتغيرات المشار إليها أعلاه، موضحة كنسب مئوية بالاتجاه السالب أو الموجب، تبعاً للمتغير، حيث تراوحت نسب المتغيرات من جراء التوقف عن التدريب من ٥,٨% لنسبة الشحوم في الجسم إلى -٥,١% لقوة العضلات الخلفية للفخذ.



شكل رقم (٣٠-١): متوسط التغير النسبي (%) لبعض الوظائف الجسمية والعضلية من جراء التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع لدى لاعبي كرة القدم (\* فرق ذو دلالة عند مستوى ٠,٠٥).

### التوقف عن التدريب البدني والوظائف القلبية التنفسية

على عكس المتغيرات الجسمية أو العضلية أو مؤشرات القدرة اللاهوائية، فإن معظم المتغيرات القلبية التنفسية أظهرت انخفاضاً دالاً (عند مستوى ٠,٠٥ فأقل) من جراء التوقف عن التدريب البدني لدى لاعبي كرة القدم السعوديين، والجدول رقم (٤) يوضح ذلك جلياً، حيث نلاحظ أن نسب الانخفاض في المتغيرات الموضحة في ذلك الجدول كانت أكبر من سابقتها في الجدولين رقم (٢) ورقم (٣)، فالانخفاض نتيجة التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع كان دالاً عند مستوى أقل من ٠,٠١ لكل من حجم الاستهلاك الأقصى للأكسجين، (سواء كان الحجم المطلق أو الحجم النسبي)، والنبض الأكسجيني الأقصى، ومؤشر النبض الأكسجيني الأقصى (الذي يساوي النبض الأكسجيني مقسوماً على مساحة سطح الجسم)، وحجم التهوية الرئوية القصوى، ومعدل ضربات القلب القصوى. بينما لم يكن هناك تغير ملحوظ ذا دلالة (عند مستوى ٠,٠٥ فأقل) لكل من كفاءة التهوية الرئوية، أو معامل التبادل التنفسي، أو تركيز حمض اللبنيك في الدم بعد الجهد البدني الأقصى.



جدول رقم (٣٠-٤): تأثير التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع على المتغيرات القلبية التنفسية لدى لاعبي كرة القدم.

المتغير	قبل التوقف	بعد التوقف	الفرق	
			مطلق	نسبي
ضربات القلب القصوى (ضربة/ق)	١٨٥	* ١٩٤	٩ +	+ ٤,٩ %
الاستهلاك الأقصى للأكسجين (لتر/ق)	٤,٠٥	* ٣,٧٣	- ٠,٣٢	- ٧,٩ %
الاستهلاك الأقصى للأكسجين نسبة لمساحة سطح الجسم (لتر/م <sup>٢</sup> . ق)	٢,٣٨	* ٢,١٦	- ٠,٢٢	- ٩,٢ %
الاستهلاك الأقصى للأكسجين نسبة إلى كتلة الجسم (مل/كجم. ق)	٦٥,٦	* ٥٨,٩	- ٦,٧	- ١٠,٢ %
الاستهلاك الأقصى للأكسجين نسبة إلى كتلة الجسم غير الشحمية (مل/كجم. ق)	٧٦,٧	* ٦٨,٤	- ٨,٣	- ١٠,٨ %
النابض الأكسجيني الأقصى (مل/ نبضة)	٢١,٩	* ١٩,٢	- ٢,٧	- ١٢,٣ %
مؤشر النبض الأكسجيني الأقصى (مل/م <sup>٢</sup> . ق)	١٢,٦	* ١١,٠	- ١,٦	- ١٢,٨ %
التهوية الرئوية القصوى (لتر/ق)	١٢٥,٣	* ١١١,٦	- ١٣,٧	- ١٠,٩ %
كفاءة التهوية الرئوية (لتر/لتر)	٣٠,٩	٢٩,٩	- ١,٠	- ٣,٣ %
معامل التبادل التنفسي	١,٠٤	١,٠٦	+ ٠,٠٢	+ ١,٩ %
تركيز حمض اللبنيك بعد الجهد البدني مباشرة (ملي مول/ لتر)	٩,٨	١٠,٤	+ ٠,٦	+ ٦,١ %

\* فروق ذات دلالة عند مستوى ٠,٠١ أو أقل بعد التوقف عن التدريب مقارنة بما قبل التوقف.

مل = ملي لتر ؛ ق = دقيقة.

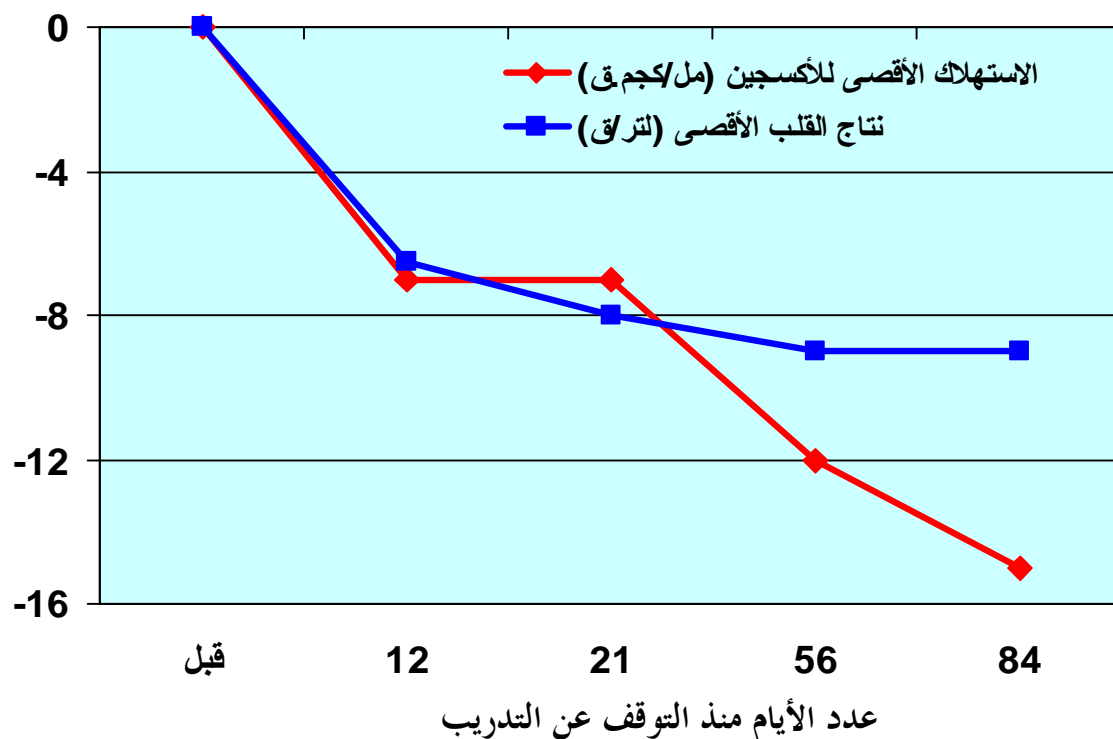
ولعل السؤال الذي يطرح نفسه هو: ما هي الأسباب المحتملة لانخفاض حجم الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء التوقف عن التدريب البدني؟ أن أسباب هذا الانخفاض يعتقد أنها محصلة مزيج من تأثير العوامل المركزية والعوامل المحلية، علماً بأن العوامل المركزية تتضمن

بصفة رئيسية نتاج القلب وحجم الدفعة وحجم الدم، أما العوامل المحلية فهي تلك المرتبطة مباشرة بالعضلة مثل نشاط الإنزيمات الهوائية وحجم الميتوكوندريا وعددها، ويعزو كوستيل وآخرون أسباب الانخفاض الناجم عن الانقطاع عن التدريب البدني إلى تدني الإمكانية التنفسية (الهوائية) للعضلات (أي الجهاز المسئول عن استخلاص الأكسجين) مع انخفاض فعالية جهاز نقل الأكسجين (القلب والأوعية الدموية)، ويشير كويل وآخرون إلى أن الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأكسجين، الذي يحدث في الأسابيع الأربعة الأولى من التوقف عن التدريب، يعزى إلى حد كبير لانخفاض حجم الدم، وتبين لنا البحوث أن هناك انخفاضاً في حجم الدم يتراوح مقداره من ٥ - ١٢% قد حدث لرياضي المسافات الطويلة من جراء توقفهم عن التدريب البدني، بل أن خفض حجم التدريب الهوائي إلى ٥٠% قد أدى إلى انخفاض كل من حجم الدم والاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى مجموعة من الأفراد بعد فترة ٨ أسابيع.

لكن لماذا يقود انخفاض الدم إلى انخفاض الاستهلاك الأقصى للأكسجين؟ يعود السبب في ذلك إلى أن انخفاض حجم الدم يؤدي إلى انخفاض حجم الضربة (Stroke Volume)، الذي بدوره يؤدي إلى انخفاض حجم نتاج القلب، حيث تشير نتائج البحوث التي أجريت على رياضي التحمل إلى أن انخفاض يتراوح من ١٠ - ١٧% قد حدث لحجم الدفعة نتيجة للتوقف عن التدريب البدني لمدة ثلاثة أسابيع فقط. وفي مراجعة للعديد من البحوث حول التأثيرات الفسيولوجية للانقطاع عن التدريب البدني، أشارت إحدى الدراسات إلى أن من أسباب انخفاض الاستهلاك الأقصى للأكسجين تكمن في انخفاض كل من حجم بلازما الدم، وحجم القلب وبالتالي انخفاض حجم نتاج القلب الأقصى، كما أن كفاءة التهوية الرئوية تتخفض من جراء التوقف عن التدريب البدني.

أما نشاط الأنزيمات الهوائية، والتي تعد عامل مؤثر على الاستهلاك الأقصى للأكسجين، فتشير بعض البحوث المنشورة إلى أن نشاطها ينخفض من جراء التوقف عن التدريب البدني، فنشاط أنزيم ستريت سينثيز (Citrate synthetase)، وسكسينيك دي هيدروجينيز (Succinate dehydrogenase) انخفضا بنسب تراوحت من ٢٥ إلى ٤٠% بعد مدة توقف دامت من ٤-١٢ أسبوعاً لدى متسابقى الدراجات ولدى لاعبي الرجبي وكذلك لدى ناشيء كرة القدم. وفي دراسة أخرى تناولت تأثير التدريب البدني لمدة ٦ أسابيع ثم الانقطاع عنه على الخصائص الخلوية للعضلات الهيكلية، أشارت نتائجها إلى أن التدريب البدني يقود إلى زيادة في قدرة الميتوكوندريا على إنتاج الطاقة، وارتفاع نشاط الإنزيمات الهوائية. وعلى العكس من ذلك أدى الانقطاع عن التدريب إلى انخفاض قدرة الميتوكوندريا على إنتاج الطاقة وتدني نشاط الإنزيمات الهوائية. وفي السياق نفسه، فإن ٣ أسابيع من التوقف عن التدريب البدني قد أدت إلى تدني نشاط

الإنزيمات الهوائية في عضلات الساق لدى لاعبي كرة القدم الدنماركيين. وتوحي لنا نتائج دراسة كويل وزملاؤه على متسابقين الدراجات الذين توقفوا عن التدريب البدني لمدة ٨٤ يوماً أن الانخفاض في حجم الاستهلاك الأقصى للأكسجين الذي حدث في الأسابيع الأولى من التوقف هو مرتبط أكثر بالانخفاض في إنتاج القلب (أي بفعل التأثير المركزي بشكل رئيسي)، كما هو موضحاً في الشكل رقم (٢)، أما الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأكسجين بعد ذلك فهو أكثر ارتباطاً بالتغيرات الحاصلة في العضلة (أي بفعل التأثير الطرفي بشكل رئيسي).



شكل رقم (٢): متوسط التغير النسبي (%) للاستهلاك الأقصى للأكسجين ونتاج القلب من جراء التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨٤ يوماً لدى رياضي التحمل (المصدر: Coyle, et al. *J Appl Physiol*, 1984).

إن من الملاحظ في نتائج الجدول رقم (٤) أن النبض الأكسجيني قد انخفض بمقدار ١٢,٣% من جراء التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع، وهذا الانخفاض يفوق نسبة الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأكسجين التي بلغت ١٠,٢%، ويعزى ذلك إلى أن الارتفاع في ضربات القلب القصوى بعد التوقف عن التدريب والبالغ ٤,٩% كان أصغر من مقدار الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأكسجين، حيث أن النبض الأكسجيني الأقصى هو حاصل

قسمة الاستهلاك الأقصى للأكسجين على ضربات القلب القصوى، والمعروف أن النبض الأكسجيني الأقصى يعد مؤشراً جيداً على اللياقة البدنية، ويستخدم أيضاً لمعرفة التحسن الفسيولوجي من جراء تدريب بدني، وهو مؤشر مفيد في رصد الانخفاض الناتج عن الانقطاع عن التدريب البدني. وتتفق نتائج دراستنا على اللاعبين السعوديين حول الانخفاض الملحوظ في النبض الأكسجيني الأقصى مع نتائج دراسة سابقة عن الآثار الفسيولوجية الناجمة عن التوقف عن التدريب البدني، إلا أن دراسة أخرى سجلت انخفاضاً في النبض الأكسجيني لرياضيي التحمل بلغ ١٩% بعد توقف عن التدريب البدني دام قرابة شهرين.

إن الارتفاع الذي حصل لضربات القلب القصوى لدى لاعبي كرة القدم في من جراء التوقف عن التدريب البدني، والذي بلغ متوسطاً مقداره حوالي ٥% يقع ضمن الحدود التي سجلت في دراسة مرجعية، تناولت تأثير التوقف عن التدريب البدني الهوائي على ضربات القلب القصوى، والذي تراوح ارتفاعه من ٣-٧%، ومثابه إلى حد كبير للارتفاع الذي حصل لرياضيي التحمل بعد توقف دام ٨ أسابيع (٦%) في دراسة كويل وزملائه، بل أن إحدى الدراسات التي أجريت على مجموعة من الأفراد المتدربين الذين توقفوا عن التدريب لمدة ١٠ أيام، أظهرت نتائجها أن ضربات القلب القصوى ارتفعت بعد التوقف بما يعادل ٥% مقارنة بما هو قبل التدريب. ويعتقد أن ارتفاع معدل ضربات القلب القصوى من جراء التوقف عن التدريب البدني مرده للعديد من العوامل، أهمها زيادة التأثير العصبي السمبثاوي وانخفاض التأثير نظير السمبثاوي على العقدة الجيبية المسؤولة عن ضبط إيقاع القلب. كما أن انخفاض حجم بلازما الدم نتيجة للتوقف عن التدريب البدني وبالتالي انخفاض حجم الضربة يعد عامل مهما في زيادة معدل ضربات القلب من جراء التوقف عن التدريب البدني.

غير أن كويل في تحليل له لمجموعة من الدراسات أجراها هو وزملائه حول تأثير الانقطاع عن التدريب البدني على كفاءة الجهاز الدوري التنفسي، أشار إلى أن هناك ارتفاع في ضربات القلب دون القصوى بعد التوقف عن التدريب التحملي، كما أوضح أن مساهمة الكربوهيدرات كوقود أثناء الجهد البدني دون الأقصى تزداد بعد التوقف ومساهمة الدهون تتخفف، الأمر الذي يزيد من تراكم حمض اللبنيك في الدم أثناء الجهد البدني دون الأقصى. وفي الدراسة التي أجريناها على لاعبي كرة القدم السعوديين، لاحظنا أن الانخفاض في مستوى العتبة اللاهوائية من جراء التوقف عن التدريب البدني ارتبط ارتباطاً دالاً ( $r=0,517$ )؛ مستوى الدلالة = ٠,٠١) مع ارتفاع استجابة ضربات القلب دون القصوى بعد التدريب، مما يدل على أن قدرة لاعبي كرة القدم على أداء جهد بدني تحملي (دون الأقصى) قد انخفضت من جراء التوقف عن التدريب.

أما الجدول رقم (٥) فيبين لنا تأثير التوقف عن التدريب البدني على مؤشرات العتبة اللاهوائية لدى لاعبي كرة القدم، حيث يظهر بوضوح أن عتبة التهوية الرئوية سواء بالملي لتر لكل كيلو جرام من وزن الجسم، أو نسبة إلى الاستهلاك الأقصى للأكسجين، قد انخفضت انخفاضاً دالاً (عند مستوى أقل من ٠,٠١) من جراء التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع لدى لاعبي كرة القدم السعوديين، أما ضربات القلب عند عتبة التهوية الرئوية فلم يكن الانخفاض الذي بلغ ١,٢% دالاً عند مستوى ٠,٠٥، فأقل، لكن مستوى ضربات القلب عند العتبة اللاهوائية منسوباً إلى ضربات القلب القصوى قد انخفض بمقدار بلغ -٥,٧% من جراء التوقف عن التدريب (وهو انخفاض دال عند مستوى ٠,٠١ فأقل).

**جدول رقم (٥): تأثير التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع على مؤشرات العتبة اللاهوائية لدى لاعبي كرة القدم.**

المتغير		قبل التوقف	بعد التوقف	الفرق	
				نسبي	مطلق
عتبة التهوية الرئوية (مل/كجم. ق)		٥٠,٦	٤١,٧ *	- ١٧,٦ %	٨,٩ - ٢,٥ ±
عتبة التهوية الرئوية (% من الاستهلاك الأقصى للأكسجين)		٧٦,٩	٧٠,٨ *	- ٧,٩ %	٦,١ - ٣,٢ ±
ضربات القلب عند عتبة التهوية الرئوية (ضربة/ دقيقة)		١٦٤	١٦٢	- ١,٢ %	٢ - ٨ ±
ضربات القلب عند عتبة التهوية الرئوية (% من ضربات القلب القصوى)		٨٨,٢	٨٣,٢ *	- ٥,٧ %	٥,٠ - ٢,٧ ±

\* فروق ذات دلالة عند مستوى ٠,٠١ أو أقل بعد التوقف عن التدريب مقارنة بما قبل التوقف

إن نسبة الانخفاض والبالغة ١٧,٦% في عتبة التهوية الرئوية لدى لاعبي كرة القدم السعوديين من جراء التوقف عن التدريب البدني تبدو مقاربة إلى حد كبير لنسبة الانخفاض البالغة ١٩% والتي حدثت لأفراد غير رياضيين تم تدريبهم لمدة ٩ أسابيع ثم توقفوا عن التدريب لمدة ٩ أسابيع أخرى، طبقاً لنتائج إحدى الدراسات السابقة. وعندما ننسب عتبة التهوية الرئوية إلى الاستهلاك الأقصى للأكسجين، ونقارن الفرق بينهما بعد ٨ أسابيع من التوقف، فإننا نلاحظ

أيضاً انخفاضاً مقداره حوالي ٨ % لدى لاعبي كرة القدم السعوديين، وهو رقم مشابه جداً لما تم تسجيله في دراسة سابقة على أفراد كنديين توقفوا عن التدريب لمدة ٩ أسابيع. وهذا ما يؤكد أيضاً كويل وآخرون في دراستهم على رياضيي التحمل، حيث انخفضت عتبة حمض اللبنيك لدى مفحوصيهم بعد التوقف عن التدريب عندما تم نسبتها إلى الاستهلاك الأقصى للأكسجين، وارتبط هذا الانخفاض ارتباطاً قوياً مع انخفاض نشاط الإنزيمات الهوائية في الميتوكوندريا، وارتفاع تركيز أنزيم لاكتيك دي هيدروجيناز (LDH)، مما يعني أن العتبة اللاهوائية تعد أكثر تأثراً بالتغيرات المحلية في العضلة منها بالتغيرات المركزية (في القلب مثلاً)، كما يعتقد بأن زيادة استجابة هرمون الكاتوكولامين بعد الانقطاع عن التدريب البدني يمكن أن يسهم في ارتفاع تركيز حمض اللبنيك أثناء الجهد البدني دون الأقصى، نتيجة لاستخدام الكربوهيدرات كوقود، ويشير كوستل وآخرون إلى أن الانقطاع عن التدريب البدني لمدة أسبوع واحد من قبل بعض السباحين أدى إلى انخفاض محتوى الجلايكوجين في العضلة الدالية بنسبة ٢٠%، مع انخفاض آخر يعادل ٣٠% في الأسابيع الثلاثة التالية.

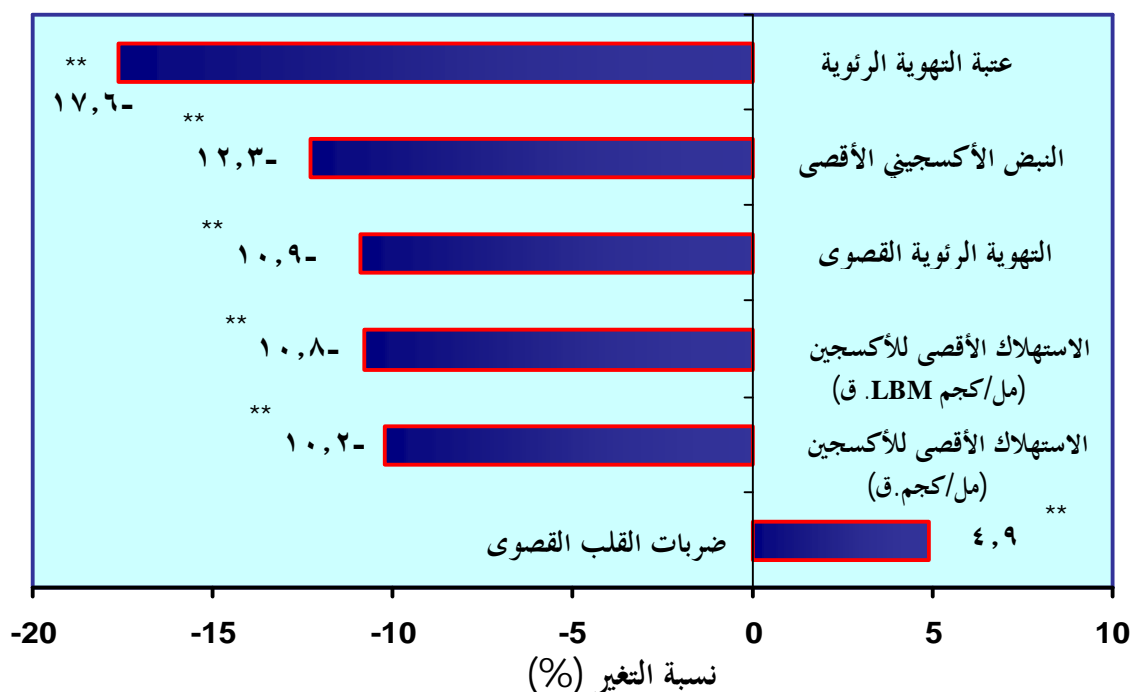
يوضح الجدول رقم (٦) مقارنة بين نتائج مجموعة من الدراسات التي تناولت تأثير الانقطاع عن التدريب على مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين، ويتضح من الجدول أن مقدار الانخفاض تراوح من حوالي ٧% إلى أكثر من ١٤%، نتيجة للتوقف عن التدريب البدني مدة استمرت من ٥ أسابيع إلى ٩ أسابيع، ويبدو بشكل عام أنه كلما ازدادت مدة التوقف ازداد مقدار الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأكسجين. ويعتقد أن حجم الاستهلاك الأقصى للأكسجين ينخفض من جراء التوقف لمدة أقصر من تلك المدد الموضحة في الجدول رقم (٦) بشكل أقل حدة، حيث تشير نتائج دراسة أجراها كلاوسن، وآخرون على مجموعة من الرجال غير المتدربين إلى أن هناك انخفاضاً ملحوظاً حدث بعد أربعة أسابيع من التوقف عن التدريب، أعقبه انخفاض أقل حدة خلال الأربعة الأسابيع التالية من التوقف، على أن خفض عدد مرات التدريب إلى مرة واحدة في الأسبوع مع بقاء شدته أدى إلى المحافظة على مستوى الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى ٩ رياضيين من رياضي التحمل لمدة أربعة أسابيع.

ومرة أخرى حاولنا أن نلخص مجمل التغيرات القلبية التنفسية التي حدثت من جراء التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع لدى لاعبي كرة القدم السعوديين في رسماً بيانياً، كما هو موضحاً في الشكل رقم (٣)، حيث يبين لنا ذلك الرسم البياني أن الانخفاض في تلك المتغيرات تراوح من حوالي ٥% لضربات القلب القصوى، مروراً بنسبة ١٠,٢% للاستهلاك الأقصى للأكسجين، وانتهاء بنسبة ١٧,٦% لعتبة التهوية الرئوية، وجميع هذه التغيرات كانت دالة عند مستوى ٠,٠١ أو أقل.

جدول رقم (٦): تأثير الانقطاع عن التدريب البدني على مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى مجموعات متنوعة من الرياضيين.

المتغير	رياضيو تحمل أمريكيون	شباب كنديون متدربون	لاعبو كرة قدم جامعيون	لاعبو رجبى أستراليون	لاعبو كرة القدم السعوديون
عدد افراد العينة	٧	٢١	١١	٦	٢٢
العمر (بالسنوات)	٢٩,١ ٣,٢ ±	٣٢-١٨	٢١-١٩	٢٤,٠ ٢٩-٢٠	٢٢,٢ ٣,٥ ±
الوزن (كجم)	٦٨,٠ ٣,٠ ±	٧٦,٧ ١٢,٢ ±	-	٧٩,٧	٦٥,٧ ٩,٢ ±
أداة الجهد	دراجة الجهد	دراجة الجهد	دراجة الجهد	دراجة الجهد	السير المتحرك
الاستهلاك الأقصى للأكسجين قبل الانقطاع (مل/كجم. ق)	٦٢,١ ٣,٣ ±	٦٤,٢ ٩,٥ ±	٣,٣٥ لتر/ق	٥٥,٨	٦٥,٦ ٣,٩ ±
مدة الانقطاع (بالأسبوع)	٨	٩	٥	٦	٨
مقدار الانخفاض بعد الانقطاع (%)	١٤,٣	١١	٦,٩	١٢,٢	١٠,٢
المرجع	Coyle, et al., 1984	Ready & Quinney, 1982	Farady, 1969	Allen, 1989	الهزاع, ٢٠٠٥

مل = ملي لتر ؛ ق = دقيقة.



شكل رقم (٣): متوسط التغير النسبي (%) لبعض الوظائف القلبية التنفسية من جراء التوقف عن التدريب لمدة ٨ أسابيع لدى لاعبي كرة القدم (\*\* فرق ذو دلالة عند مستوى ٠,٠١).

## خلاصة نتائج دراسة تأثير الانقطاع عن التدريب لمدة ٨ أسابيع على المتغيرات الفسيولوجية لدى لاعبي كرة القدم السعوديين

بناء على نتائج الدراسة التي أجريت على لاعبي كرة القدم السعوديين المتميزين، يمكن أن نستنتج أن التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع يقود إلى ما يلي:

١. انخفاض في القدرة الهوائية القصوى نسبة إلى كتلة الجسم بمقدار ١٠ %، وفي معدل ضربات القلب القصوى بمقدار ٥ %، وفي النبض الأكسجيني بمقدار يزيد عن ١٢ %، وفي عتبة التهوية الرئوية بمقدار يصل إلى حوالي ٢٠ % . كل هذه التغيرات تعد مؤشراً على انخفاض كفاءة القلب والرئتين والأنشطة الهوائية داخل العضلات، والتي تؤدي تدريبات كرة القدم في الأصل إلى ترميمها.

٢. باستثناء متوسط القدرة اللاهوائية خلال ٣٠ ثانية، فإن مؤشرات القدرة اللاهوائية الأخرى (سواء القدرة اللاهوائية القصوى أو القفز العمودي) لا تتأثر بشكل ملحوظ من جراء التوقف عن التدريب البدني لدى لاعبي كرة القدم، وقد يعود سبب ذلك إلى أن تدريبات كرة القدم التي يمارسها أفراد عينة البحث لا تطور هذه القدرات بما فيه الكفاية، أو إلى أن هذه القدرات أقل تأثراً بالتوقف عن التدريب البدني، أو إلى كلا الاحتمالين.

٣. ازدياد نسبة الشحوم من جراء التوقف بمعدل يصل إلى حوالي ٦ % ، مما يؤثر سلباً على الأداء البدني في الأنشطة التي يتم فيها حمل الجسم مثل الجري والهرولة والقفز، وهي أنشطة بدنية من مكونات لعبة كرة القدم.

٤. عدم تأثر القوة العضلية، سواء في الجزء العلوي من الجسم أو في الجزء السفلي منه بشكل ملحوظ من جراء التوقف عن التدريب البدني، والاستثناء الوحيد لذلك هو انخفاض دال في نسبة قوة العضلات الخلفية للفخذ مقارنة بالأمامية، الذي قد يزيد من احتمالات تعريض مفصل الركبة للإصابة.

٥. ارتباط الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء التوقف ارتباطاً مرتفعاً مع الانخفاض في العتبة اللاهوائية، وارتباطاً متوسطاً مع الانخفاض في متوسط القدرة اللاهوائية خلال ٣٠ ثانية، مما يعني أن هناك عوامل مشتركة تحكم هذه المؤشرات الفسيولوجية، التي تعد حيوية جداً للأداء البدني في رياضة مثل كرة القدم.

٦. تتأثر مقادير الاستهلاك الأقصى للأكسجين والعتبة اللاهوائية بعد التوقف عن التدريب البدني نتيجة للارتفاع في نسبة الشحوم لدى لاعبي كرة القدم، مما يعني أهمية المحافظة



على نسبة منخفضة من الشحوم ما أمكن ذلك أثناء فترة التوقف عن التدريب البدني، وذلك بإتباع برنامج غذائي صحي، وممارسة نشاط بدني ترويحي ملائم.

#### المصدر:

كتاب فسيولوجيا الجهد البدني: الأسس النظرية والإجراءات العملية للقياسات الفسيولوجية.  
هزاع بن محمد الهزاع، تحت الطبع.

ملحوظة: تم إزالة أرقام المراجع في المتن، وكذلك قائمة المراجع في نهاية المقالة.