

التباينات الموسمية في معدل نبض القلب في الراحة لدى لاعبي فريق كرة قدم تحت 20 سنة.

Seasonal variation in resting heart rate of a under 20 years soccer team.

محمد الصالح بوناب^{1*}، ياسين بن قارة²

¹جامعة قسنطينة 2 (الجزائر)، bounab-mohamed-salah@outlook.com

²جامعة قسنطينة 2 (الجزائر)، yassine.benkara@univ-constantine2.dz

Bounab Mohamed salah^{1*}, Yassine benkara²

¹Constantine 2 University (Algeria) & ²Constantine 2 University.

تاريخ النشر: 2023/07/30

تاريخ القبول: 2023/07/18

تاريخ الاستلام: 2022/11/15

ملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى التحقيق في الاختلافات الموسمية الممكن حدوثها في متغير "معدل نبض القلب في الراحة"، وذلك لدى 17 لاعب كرة قدم (18.35 سنة، ± 0.49). إلى جانب التقييم الوصفي لبعض خصائص حمولة التدريب المسلطة على عينة البحث طيلة الموسم، تم وباستخدام أجهزة رصد معدل نبض القلب قياس معدل نبض القلب في الراحة لعينة البحث خلال أربع نقاط زمنية مختلفة وهي كالتالي: (ز1) قبل و(ز2) بعد مرحلة التحضير البدني، (ز3) منتصف و(ز4) نهاية الموسم التنافسي. أظهرت النتائج انخفاضا معنويا في معدل نبض القلب في الراحة بعد مرحلة التحضير البدني، كما أظهرت النتائج استمرار هذا الانخفاض المعنوي خلال مرحلة الذهاب من المنافسة وذلك بمقارنة القياس ز3 مع القياس ز2، في حين أظهرت النتائج ارتفاعا معنويا في معدل نبض القلب في الراحة خلال مرحلة العودة من المنافسة وذلك بمقارنة القياس ز4 مع قياس منتصف الموسم ز3.

الكلمات المفتاحية: التباينات الموسمية؛ معدل نبض القلب في الراحة؛ كرة القدم؛ حمل التدريب.

Abstract:

The aim of this work was to evaluate seasonal variation from august to may in resting heart rate in a under 20 years soccer team. Method: Seventeen players (18.35y ± 0.49) were tested 4 times over 10 months period using heart rate monitors to measure resting heart rate. the results showed that resting heart rate value significantly changed (decreasing) After the pre-season (6 weeks) from t₁ to t₂, and after the middle of the

*المؤلف المرسل.

competitive in-season from t_2 to t_3 as well. After the end of the in-season the results showed significantly increasing in resting heart rate from t_3 to t_4 .

Keywords: Seasonal variation; resting heart rate; soccer; training load.

1. مقدمة:

التكيف البيولوجي عملية عامة يغير بواسطتها عضو أو جهاز عضوي ما تعبيره الوراثي ويحاول التعبير عن برنامج وراثي جديد استجابة لمقتضيات جديدة أدت إلى إحداث عدم توازن في حالة الديناميكا الحرارية الخاصة به، حيث يعتبر الأمر ضروريا، وإذا لم تسفر التعديلات عن حالة ديناميكية حرارية جديدة ومحسنة، فإن العضو أو الجهاز العضوي الحي ببساطة لا ينجو، وبالتالي نقول أنه لم يحدث تكيف (Swynghedauw, 2012, p. 135)، حيث أن كل حدث بيولوجي هو استجابة لتغير الظروف، وكل تغير في وظيفة الجسم يعكسه التنظيم الفسيولوجي. استجابات الجسم المتنوعة مثل التغير في ضغط الدم، معدل الأيض، السلوك الدفاعي، والتكاثر كلها أحداث منظمة تحدث بسبب تغير الظروف، لذلك فإن أي استجابة تهدف إلى السماح للكائن الحي أو الأنواع بالبقاء على قيد الحياة تمثل شكلا من أشكال التكيف (Piantadosi, 2003, p. 16). يقول فاينيك أنه في علم البيولوجيا، يقصد بالتكيف التغيرات العضوية والوظيفية الناتجة عن الضغوط الداخلية والخارجية، كما أن التكيف ما هو إلا انعكاس لردود الفعل الداخلية للجسم، وأنه يظهر بشكل خاص بعد الجهد، كما يرتبط التكيف مع ممارسة الرياضة. فالتكيف والقدرة على التكيف تنتمي إلى التطور وهي خصائص أساسية للحياة، كما يمكن أن يكون التكيف قابلا للعكس، ولهذا السبب، عند الضرورة، يجب تجديده باستمرار (Weineck, 1992, p. 21). فقد تكون الاستجابات التكيفية قابلة للانعكاس سريعا أو للانعكاس ببطء، أو تكون دائمة لا رجعة فيها. كما أن التعريف الواسع للتكيف الفسيولوجي يشمل أيضا الاستجابات الوراثية للفرد، فقد تغير الخلايا بشكل دائم اللياقة الفردية (النمط الظاهري) للفرد، لكن لا يمكن نقل هذا التغير إلى ذرية الفرد (Piantadosi, 2003, p. 17).

يجب أن يتبع قياس التكيف تعريفه عن كثب؛ حيث نعتد هنا تعريف "lasker" ولكن بصيغة معدلة: التكيف هو التغيير الذي يحدثه الكائن الحي للتغلب على تحديات الحياة. هذا التعريف يعني أن الوجود وحده هو مقياس غير حساس للتكيف، وأن هناك تباين في كيفية مواجهة تحديات الحياة، وأن قياس هذه الاستجابة هو قياس للتكيف (Mascie-Taylor et al., 1995, p. 220).

يؤدي التدريب البدني إلى تغيرات بدنية وفسيولوجية تسمى عادة التكيف. التكيفات الناتجة عن التدريب هي تغيرات أو تعديلات فسيولوجية ناتجة عن برنامج تدريبي مكون من تمارين بدنية، حيث يعمل هذا البرنامج على تعزيز الأداء الأمثل. في حين أن الاستجابات للتمرين (تلك التغيرات الفسيولوجية التي تحدث أثناء نوبة تمرين

واحدة) تستخدم قيم الراحة كقاعدة أساسية، يتم تقييم التكييفات الناتجة عن التدريب في نفس الشروط قبل التدريب. تتم مقارنة قيم ما بعد التدريب للمتغير المراد قياسه (على المحور ص) في الراحة مع قيم ما قبل التدريب لهذا المتغير في الراحة أيضا، وتتم مقارنة قيم ما بعد التدريب في المتغير المراد قياسه أثناء التمرين دو الشدة تحت القصوى بقيم نفس المتغير فيما قبل التدريب تحت نفس ظروف التمرين دو الشدة تحت القصوى (Plowman & Smith, 2013, p. 19).

غالبا ما تستخدم مصطلحات التخطيط (planning) والبرمجة (programming) والتخطيط المرحلي (periodization) كما لو كانت مرادفة لبعضها لكنها ليست كذلك، حيث أن التخطيط هو عملية ترتيب برنامج تدريبي على مراحل طويلة وقصيرة من اجل تحقيق أهداف التدريب (Bompa & Buzzichelli, 2015, p. 88). بعيدا عن خطط التدريب التي تمتد إلى أربع سنوات حتى توأكب الدورات الأولمبية، فإن الاتجاه الحالي هو تنظيم خطط تدريب سنوية حيث يمكن تحديد أهداف التطوير والانجاز الرياضي على أساس سنوي، كما انه ومهما كانت البطولات الكبرى سواء وطنية، عالمية أو أولمبية، فإن محور التركيز سيكون على السنة التدريبية. وحتى على المستوى السنوي، سيكون من الصعب على الرياضي أن يظل مركزا على الهدف المسطر في البطولة التي قد تمتد إلى 10 أشهر. لذلك يلجأ إلى التخطيط المرحلي للتدريب وهو عملية تقسيم سنة تدريب كاملة إلى فترات تدريب مستقلة، أصغر، وأكثر قابلية للتحكم، ولكل منها أهداف أداء وتطوير محددة (Garrett & Kirkendall, 2000, p. 500). بالنسبة للتدريب في كرة القدم، يمكن تقسيم الخطة السنوية إلى مراحل تختلف في الطول وبعضها غير محدد بدقة. التقسيم النموذجي يشمل المراحل التالية: ما قبل الموسم، الموسم المبكر، منتصف الموسم، أواخر الموسم، ما بعد الموسم. التقسيم البديل يكون بقسمة الموسم التنافسي إلى النصف الأول والنصف الثاني، خاصة في البلدان التي يوجد فيها استراحة منتصف الموسم (Reilly, 2006, p. 14).

عادة ما يتم تقسيم كل مرحلة إلى عدة أنواع من الدورات الكبرى (macrocycles) والتي يتراوح طول كل منها من 2 إلى 6 أسابيع، تنقسم إلى خمس أنواع أو أنماط أساسية، فقد تكون الدورة الكبرى تطويرية، أو تصادمية، أو تنافسية، أو متناقصة، أو انتقالية. حيث يمكن استخدام أنواع مختلفة من الدورات الكبرى في نفس المرحلة التدريبية (Plowman & Smith, 2013, p. 17-19).

تكون متغيرات حمل التدريب خلال مرحلة ما قبل الموسم عالية عنها في مرحلة الموسم وهذا يعود إلى خصائص وأهداف هذه المرحلة، إذ أن بلوغ الذروة في الأداء الرياضي يتطلب فهم التأثيرات القابلة للقياس الكمي للتدريب على الأداء، وبذلك يمكن التخطيط للتدريب المثالي ونظم الراحة استعدادا للمنافسة (Borresen & Lambert, 2009)، حيث يكون التركيز خلال فترة ما قبل المنافسة على إعادة بناء العناصر الأساسية للياقة البدنية بعد التوقف عن التدريب خلال الفترة الانتقالية (Malone et al., 2015, p. 489-497)، وبذلك يتم خلال هذه الفترة في العادة إنهاء معظم أعمال الإعداد البدني من قبل اللاعبين لتمكينهم من تلبية المتطلبات الفسيولوجية للموسم التنافسي (Jeong et al., 2011)، حيث يؤكد Dellal (2008) أن كثيرا من البيانات المتعلقة بلاعبي كرة القدم المحترفين في أندية الصف الأول تظهر في العموم ارتفاعا بحمل التدريب الأسبوعي خلال مرحلة التحضير قبل الموسم (Dellal, 2008, p. 252). في المقابل خلال مرحلة الموسم (مرحلة المنافسة)، يوجه تركيز التدريب إلى تنمية الجانب التقني والتكتيكي والحفاظ على القدرات البدنية التي تمت تنميتها خلال مرحلة ما قبل الموسم (Malone et al., 2015)، وهو ما يفسر الانخفاض العام في حمل التدريب خلال هذه المرحلة. حيث أوصى (2008) Dellal بعدم وصف أحمال تزيد عن 2100 و (بما في ذلك المباراة) في الفترة بين مباراة وأخرى خلال مرحلة المنافسة حتى يسمح للاعبين بأداء جيد خلال المباريات (Dellal, 2008, p. 256). في دراسة مرتبطة بالدراسة الحالية لبحث التباينات الموسمية في حمل التدريب بالاعتماد على طريقة "حصّة إدراك الجهد s-RPE" وجد الباحثون أن هناك ارتفاعا معنويا في متغيرات حمل التدريب بين مرحلة التحضير البدني (متوسط الحمل اليومي للتدريب خلال أسبوع 86.00 ± 223.19 ، الحمل الأسبوعي للتدريب 689.48 ± 1787.70 ، رتبة التدريب 0.36 ± 1.36 ، ضغط التدريب 1210.641 ± 2397.46) وبين ومرحلي الذهاب من المنافسة (متوسط الحمل اليومي للتدريب خلال أسبوع 29.13 ± 181.37 ، الحمل الأسبوعي للتدريب 233.12 ± 1451.37 ، رتبة التدريب 0.13 ± 0.98 ، ضغط التدريب 388.91 ± 1451.48) والعودة من المنافسة (متوسط الحمل اليومي للتدريب خلال أسبوع 33.62 ± 134.1 ، الحمل الأسبوعي للتدريب 269.12 ± 1073.06 ، رتبة التدريب 0.20 ± 0.74 ، ضغط التدريب 376.247 ± 849.173) لصالح مرحلة التحضير البدني (قبل الموسم)، كما وجود الباحثون انخفاضا معنويا في متغيرات حمل التدريب في مرحلة العودة من المنافسة عنه في مرحلة الذهاب من المنافسة (Bounab et al., 2022).

لا يمكن التعرف الدقيق على مدى تطور مكونات اللياقة البدنية بدون برمجة اختبارات وقياسات دورية تتخلل السنة التدريبية لتقييم الصفات التي يمتلكها اللاعب أو يسعى لامتلأها. بالنسبة للرياضيين، قد يكون التقييم المستمر للياقة مرتبطا بعملية مراقبة برامج التدريب، أو تقييم التعافي من الإصابة أو التدخل الطبي، أو يمكن استخدامه كجزء من عملية الانتقاء (Winter et al., 2006, p. 18). تشمل هذه الصفات القابلة للقياس عادة اللياقة القلبية التنفسية، والقوة العضلية، والتحمل العضلي، والمرونة، وخفة الحركة، والتوازن، والتنسيق، والقدرة، وسرعة رد الفعل، والسرعة، وحتى مكونات الجسم (Farley et al., 2020).
حاليا، قد تكون مراقبة معدل ضربات القلب للرياضي هي المؤشر الفسيولوجي الأكثر قياسا واستخداما في مجال التحكم أو قياس شدة التمرين البدني (Laursen & Buchheit, 2019, p. 21). عادة ما يشير معدل النبض إلى معدل ضربات القلب، لأن جدران الشرايين تنبض كلما تقلص البطين الأيسر (Mader & Windelspecht, 2017, p. 99). يتراوح عادة معدل القلب من معدل القلب في الراحة (RHR) 60-75 نبضة /دقيقة (والذي يمكن أن ينخفض إلى أقل من 50 ن/د، خصوصا عند تدريب الرياضيين على التحمل) إلى الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب (MHR) خلال التمرين البدني والذي يرتبط باللياقة البدنية والعمر وينحصر معدل النبض الأقصى بين 220 ن/د وأقل حسب العمر (Jennett, 2008, p. 184).
يعتبر معدل ضربات القلب أثناء الراحة أحد الاختبارات البسيطة لقياس الاستشفاء من خلال تتبع ضربات القلب أثناء الراحة؛ حيث يمكن قياسه من خلال العد اليدوي، أو باستخدام قارئ نبض مشبك الإصبع، أو باستخدام جهاز رصد معدل ضربات القلب، حيث في الحالة الأخيرة وبعد ارتداء حزام الشاشة يجب الاستراحة لبضع دقائق حتى يعود نبض القلب إلى وضع الراحة (Rountree, 2011, p. 36).
انطلاقا مما سبق يمكن طرح التساؤل التالي هل يتأثر معدل نبض القلب في الراحة لدى لاعبي كرة القدم باختلاف مراحل الموسم التدريبي (مرحلة التحضير البدني، مرحلة الذهاب من المنافسة، مرحلة العودة من المنافسة)؟

2. المنهج (مناهج) الدراسة:

1.1. العينة ومنهج الدراسة:

-اعتمد الباحثان على المنهج الوصفي لتلاؤمه مع طبيعة البحث.

-شملت عينة الدراسة 17 لاعب كرة قدم (مجموعة واحدة)، صنف تحت 20 سنة، مثلوا نادي شبيبة

سكيكدة بصفة رسمية في الموسم التنافسي 2016-2017، اختيروا بالطريقة العمدية، من مجتمع

الدراسة الممثل بفرق البطولة الجهوية قسنطينة البالغ تعدادهم 14 فريق تحت 20 سنة المنتمون الى أندية

القسمين الأول المحترف والثاني المحترف، حيث كانت خصائص عينة البحث كما هي مبينة في الجدول التالي:

الجدول 1: يبين خصائص عينة الدراسة.

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	
0,49	18,35	العمر (سنة)
0,04	1,75	الطول (م)
5,25	67,10	الكتلة الجسمية (كغ)
1,56	21,86	مؤشر الكتلة الجسمية (كغ/م ²)

المصدر: الباحثان

2.2. تقييم ومراقبة التباينات الموسمية في معدل نبض القلب في الراحة في الراحة:

تم اعتماد أجهزة خاصة برصد نبض القلب (Cardio-Fréquencemètre) نوع (polar) حيث تكون كل جهاز من حزام صدري وساعة. وضع الحزام الصدري على الجلد مباشرة، على مستوى الصدر، والساعة وضعت على مستوى المعصم. أحيانا يتطلب الاتصال الجيد بين "مستقبل/جلد" ترطيب الحزام قبل وضعه، وذلك لتسهيل تسجيل ضربات القلب (Gaubert et al., 2014, p. 357). تم قياس معدل نبض القلب في الراحة لدى عينة الدراسة خلال أربع نقاط زمنية هي: ز1: قبل بداية مرحلة التحضير البدني، ز2: بعد نهاية مرحلة التحضير البدني وبداية مرحلة المنافسة، ز3: منتصف الموسم التنافسي، ز4: نهاية الموسم التنافسي.

الجدول 2: يبين تواريخ قياس متغير "معدل نبض القلب في الراحة" لدى عينة الدراسة خلال

الموسم.

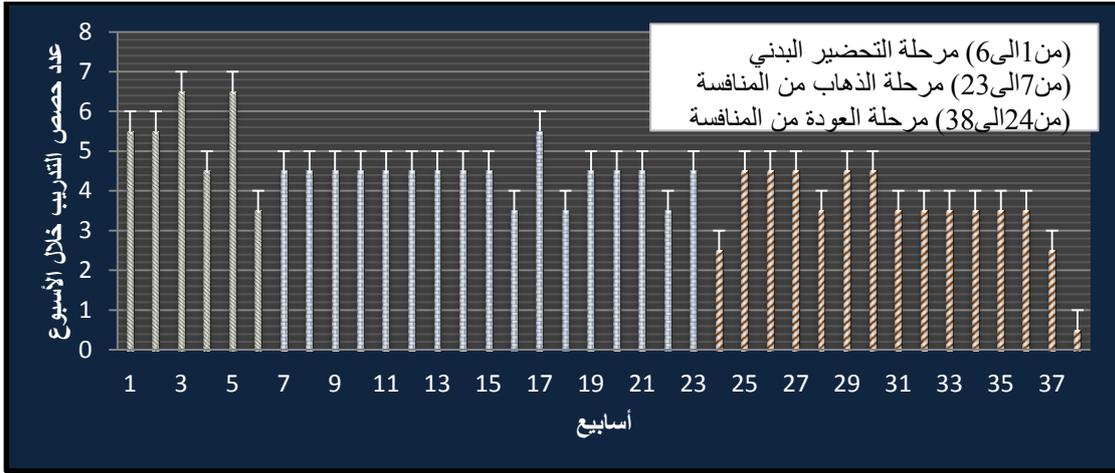
أزمنة القياس	تاريخ القياس
القياس الأول ز1	17 أوت 2016
القياس الثاني ز2	29 سبتمبر 2016
القياس الثالث ز3	29 جانفي 2017
القياس الرابع ز4	8 ماي 2017

المصدر: الباحثان

3.2. وصف بياني لبعض الخصائص العامة التي ميزت الموسم التدريبي قيد الدراسة:

لقد قام الباحثان بمراقبة بعض المؤشرات المرتبطة مباشرة بحمولة التدريب أو المؤثرة عليها خلال الموسم التدريبي بمراحله الثلاث (تحضير بدني، مرحلتي الذهاب والعودة من المنافسة)، وهو ما توضحه الأشكال (1)، (2)، (3)، (4)، (5).

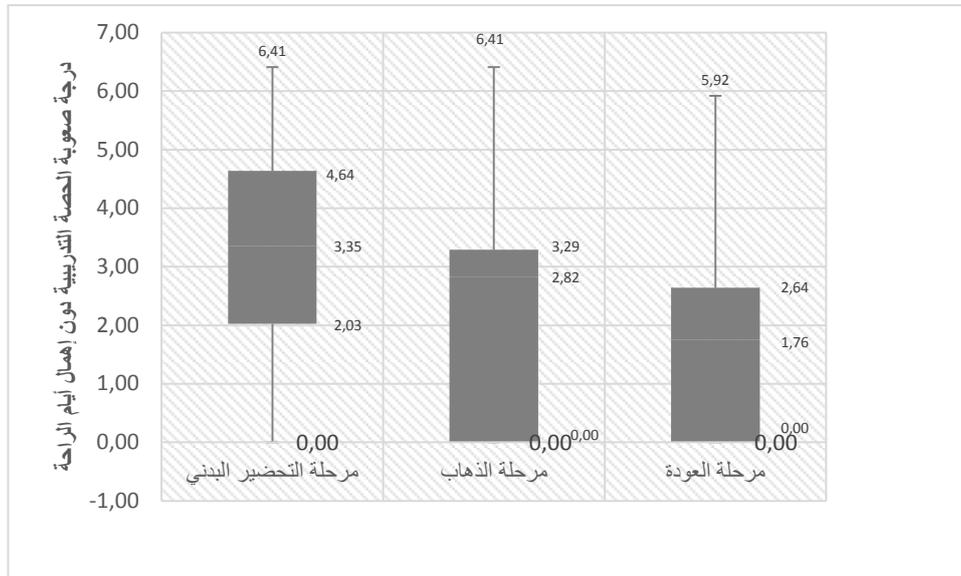
الشكل 1: يوضح عدد حصص التدريب المبرمجة أسبوعياً طيلة الموسم التدريبي.



المصدر: الباحثان

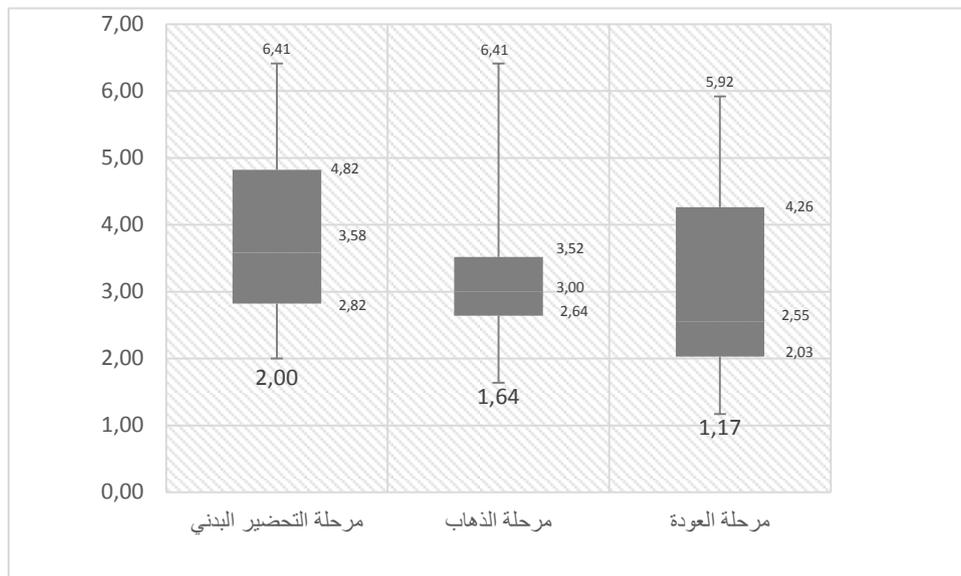
التباينات الموسمية في معدل نبض القلب في الراحة لدى لاعبي فريق كرة قدم تحت 20 سنة

الشكل 2: رسم صندوقي يوضح مقارنة بين بيانات متغير "درجة صعوبة الحصة (حسب سلم Borg 1-10) دون إهمال أيام الراحة التدريبية" لمختلف مراحل الموسم.



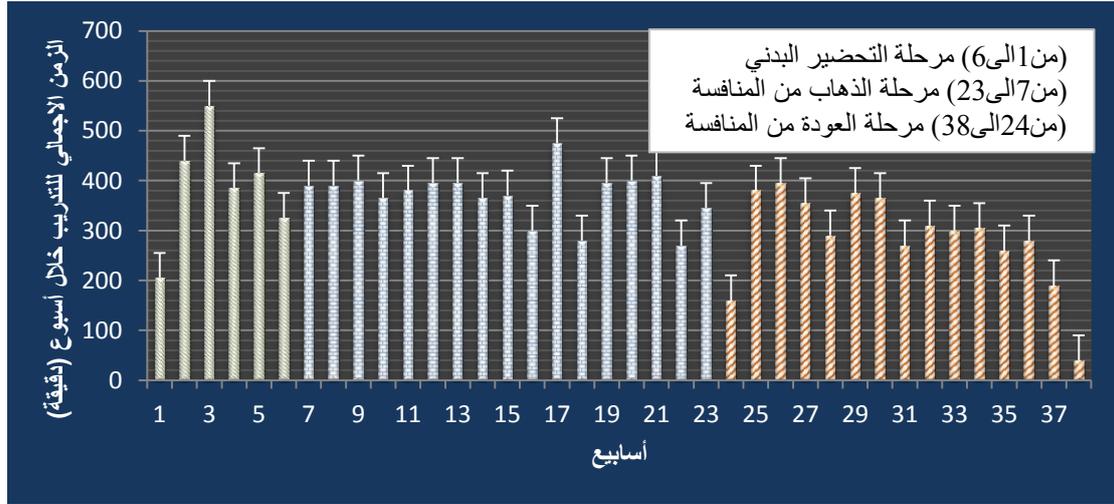
المصدر: الباحثان

الشكل 3: رسم صندوقي يوضح مقارنة بين بيانات متغير "درجة صعوبة الحصة (حسب سلم Borg 1-10) مع إهمال أيام الراحة التدريبية" لمختلف مراحل الموسم التدريبي.



المصدر: الباحثان

الشكل 4: يوضح الزمن الإجمالي للتدريب خلال أسبوع لكل الدورات التدريبية الصغرى المبرمجة طيلة الموسم التدريبي



المصدر: الباحثان

الشكل 5: يوضح التسلسل الزمني الخاص بالنسبة المئوية لحالات الغياب لدى اللاعبين لجميع الدورات الصغرى للتدريب طيلة الموسم.



المصدر: الباحثان

4.2. المعالجة الإحصائية:

تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام برنامجي SPSS إصدار 24، Excel 2007. إضافة إلى المتوسط الحسابي والانحراف المعياري تم اختبار مدى اعتدالية البيانات بالاعتماد على اختبار شابيرو-ويلك، وذلك لتحديد نوع الاختبار الإحصائي المناسب لدراسة الفروق بين مراحل الموسم التدريبي في متغير معدل نبض القلب

التباينات الموسمية في معدل نبض القلب في الراحة لدى لاعبي فريق كرة قدم تحت 20 سنة

في الراحة، حيث قادتنا نتائج اختبار شايبرو-ويلك إلى الاعتماد على اختبار فريدمان. أما فيما يخص اختبارات تحديد الفروق لصالح أي من مراحل الاختبار فقد تم الاعتماد على اختبار ويلكوكسن. اقتصر دور برنامج Excel 2007 على تحويل النتائج إلى أشكال بيانية.

3. النتائج:

1.3. الإحصاء الوصفي والتوزيع الطبيعي لمتغير معدل نبض القلب في الراحة:

تم استخدام شايبرو-ويلك لتحديد الاختبار الإحصائي المناسبة لإيجاد الفروق بين أزمنة القياس الأربعة في متغير معدل نبض القلب في الراحة من خلال دراسة التوزيع الطبيعي له.

الجدول 3: يبين الإحصاء الوصفي والتوزيع الطبيعي لمتغير معدل نبض القلب في الراحة.

اختبار الفرق المناسب	النتيجة عند 5%	الاحتمالية	اختبار شايبرو «W»	الإحصاء الوصفي		أزمنة القياس	المتغيرات
				± ع	س		
اختبار فريدمان	ت غ ط	0,003	0,807	1,49	68,35	1	معدل نبض القلب في الراحة
	ت ط	0,146	0,920	1,16	64,88	2	معدل نبض القلب في الراحة
	ت ط	0,195	0,927	1,00	63,00	3	معدل نبض القلب في الراحة
	ت ط	0,068	0,900	1,12	65,41	4	معدل نبض القلب في الراحة

(ت ط): توزيع طبيعي (ت غ ط) توزيع غير طبيعي.

من الجدول 3 الذي يبين الإحصاء الوصفي والتوزيع الطبيعي لمتغير معدل نبض القلب في الراحة، يتبين أن بيانات هذا المتغير غير معتدلة التوزيع، وهذا ما يلزم استخدام الاختبار اللامعلمي الخاص بالعينات المترابطة «فريدمان».

2.3. عرض نتائج الفروق بين أزمنة القياس (1- 2- 3- 4) لمتغير معدل نبض القلب في الراحة:

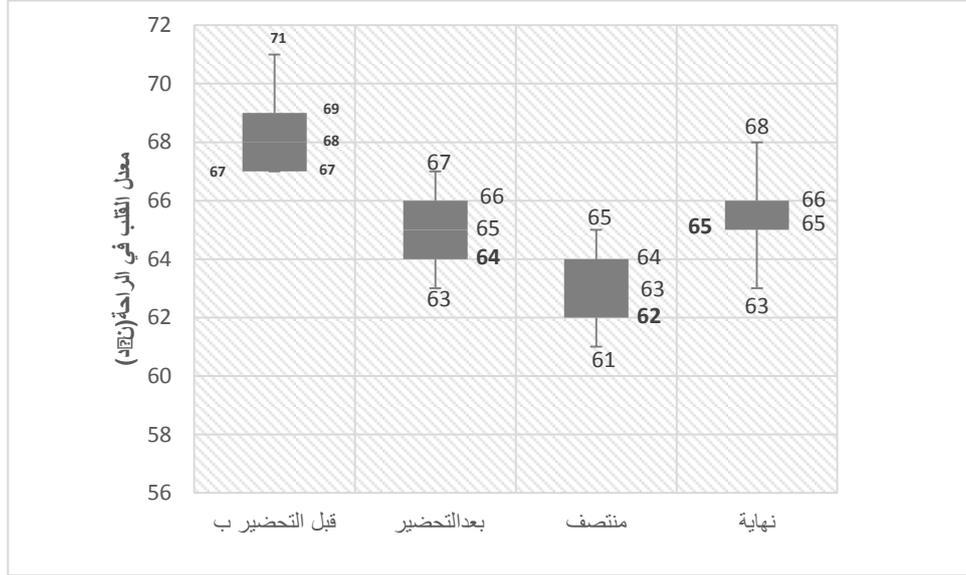
الجدول 4: يبين اختبارات الفروق بين أزمنة القياس (1- 2- 3- 4) لمتغير معدل نبض القلب في الراحة.

النتيجة	احتمالية الفرق	اختبار الفرق	الإحصاء الوصفي		أزمنة القياس	المتغيرات
			± ع	س		
ف م 1%	5.078E-10	225,46	1,49	68,35	1	معدل نبض القلب في الراحة
			1,16	64,88	2	معدل نبض القلب في الراحة
			1,00	63,00	3	معدل نبض القلب في الراحة
			1,12	65,41	4	معدل نبض القلب في الراحة

اختبار فريدمان

والشكل أدناه يوضح كل من: أعلى قيمة، أدنى قيمة، الوسيط، الربيع الأول، والربيع الثالث، لمتغير معدل نبض القلب في الراحة.

الشكل 6: رسم صندوقي يوضح مقارنة بين بيانات متغير "معدل نبض القلب في الراحة" في مختلف أزمنة القياس خلال الموسم.



المصدر: الباحثان

من خلال الجدول 04 الذي يبين اختبارات الفروق بين أزمنة القياس (1- 2- 3- 4) لمتغير معدل نبض القلب في الراحة، يتبين أن قيمة اختبار الفروق بين أزمنة القياس الخاصة بهذا المتغير (225,46) معنوية، وذلك لكون احتمالية الفرق الخاصة بها $5.078E-10$ أقل من نسبة الخطأ 1%. لتحديد الفرق لصالح أي من الاختبارات، تم استخدام اختبار ويلكوكسن لإيجاد الفروق الثنائية بين الاختبارات والجدول التالي يبين ذلك.

الجدول 5: اختبار الفروق للثنائيات لمراحل الاختبار (1- 2- 3- 4) لمتغير معدل نبض القلب في الراحة.

المتغيرات	مرحلة الاختبار	س	س(أ)-س(ب)	قيمة الاختبار	احتمالية الاختبار	النتيجة
معدل نبض القلب في الراحة	1	68,35	2-1	-3.660	2.522E-4	ف م 1%
	2	64,88	3-1	-3.642	2.696E-4	ف م 1%
	3	63,00	4-1	-3.657	2.547E-4	ف م 1%
	4	65,41	3-2	-3.527	4.201E-4	ف م 1%
	/	/	4-2	-1.897	0.057	ف غ م
	/	/	4-3	-3.551	3.823E-4	ف م 1%

اختبار ويلكوكسن

4. المناقشة:

قبل مناقشة النتائج الخاصة بالتغيرات الحاصلة في معدل نبض القلب في الراحة حسب تغير مراحل الموسم التدريبي، رأى الباحثان ضرورة مقارنة القيم المتوسطة المتحصل عليها في هذا البحث مع ما توفر من دراسات مشابهة أجنبية ومحلية، لأجل الوقوف على مستوى عينة البحث؛ حيث أظهرت نتائج دراستنا الحالية في القياسات (ز1، ز2، ز3، ز4) وجود تباين معنوي بين المتوسطات باختلاف مراحل الموسم التدريبي، تراوحت بين 68,35 و63 ن/د. قاربت هذه النتائج إلى حد ما نتائج أعمال Migliaro وآخرون (2001)، التي أظهرت أن العينة المكونة من الشباب الذين تتراوح أعمارهم بين 15 و20 سنة (العمر = $17,3 \pm 1,7$ سنة) والمنحرفين في أنشطة بدنية بشكل منتظم (الجرى، كرة القدم، كرة السلة)، بمعدل ممارسة قدره 5 أيام في الأسبوع، يتمتعون بمتوسط معدل نبض قلب في الراحة قدره 65,1 ن/د (Migliaro et al., 2001)، ونتائج أعمال Somauroo et al (2001) التي قدرت معدل نبض القلب في الراحة لدى عينة من لاعبي كرة القدم المراهقين المحترفين في إنجلترا (ن=171، العمر 16,7 سنة: بين 14 سنة و19 سنة) بـ 64 ± 11 ن/د (Somauroo et al., 2001)، كما قاربت نتائج دراستنا نتائج دراسة Baggish et al (2008) على لاعبي كرة القدم الأمريكية الشباب غير المحترفين (19,1 سنة)، حيث كان متوسط معدل نبض القلب في الراحة لديهم $64,8 \pm 7$ ن/د، والذي كانت له فروق معنوية مع متوسط معدل نبض القلب في الراحة لدى لاعبي رياضة التجديف غير المحترفين من الذكور (19,2 سنة، $HRR = 60 \pm 8$ ن/د) والإناث (19,6 سنة، $HRR = 59 \pm 12$ ن/د) (Baggish et al., 2008). في المقابل يعتبر الباحثان أن القيم المتوسطة لمعدل نبض القلب في الراحة في هذه الدراسة مرتفعة فيما لو قورنت مع نتائج الأعمال التي قام بها D'Ascenzi et al (2017) والتي سعت إلى تحليل محتوى 18 دراسة، شاملة بذلك ما مجموعه 740 رياضي من تخصصات رياضية مختلفة، إذ بينت نتائجها أن متوسط معدل ضربات القلب لدى هذه العينة هو $56,2 \pm 0,7$ ن/د (D'Ascenzi et al., 2017)، وهو ما أكدته أعمال CORÎCI et al (2018)، التي اهتمت بدراسة التغيرات في التخطيط الكهربائي للقلب لدى الرياضيين حسب الجنس، إذ قدرت نتائج هذه الدراسة فيما يخص معدل نبض القلب في الراحة لدى عينة الذكور (ن=150؛ متوسط العمر = $23,7$ سنة) المنتمين إلى رياضات مختلفة منها كرة القدم بـ $61,7$ ن/د، حيث تمتع ما نسبته 40% من أفراد هذه العينة بمعدل نبض قلب في الراحة أقل من 60 ن/د وما نسبته 14% منهم بـ HRR أقل من 50 ن/د (CORÎCI et al., 2018)، وهو ما توافق مع نتائج أعمال Pelà et

(2004) al التي سعت إلى تقييم التكيف البطيني الأيمن والأيسر لدى لاعبي فريق ينشط في الدوري الإيطالي الدرجة الأولى (العمر = 26 ± 5 سنة) والتي خلصت إلى أن هناك فروق دالة بين متوسط معدل نبض القلب في الراحة لدى عينة اللاعبين ($HRR = 11 \pm 55$ /ن) مقارنة مع المجموعة الضابطة المكونة من أشخاص شباب غير مدربين ($HRR = 9 \pm 69$ /ن) (Pelà et al., 2004)، أيضا، أظهرت أعمال Metaxas et al (2009) تمتع عينة من لاعبي كرة القدم اليونانيين (ن=100، العمر=24,7 سنة) بمتوسطات منخفضة لمعدل نبض القلب في الراحة مقارنة مع دراستنا، رغم أن القياس في هذه الدراسة كان قبل بداية الموسم التنافسي، حيث قدر معدل نبض القلب في الراحة بـ 59,8، 59,6، 57,8، 56,1 ن/د لكل من القسم الرابع، القسم الثالث، القسم الثاني، القسم الأول على التوالي، فيما كانت الفروق بين المستويات غير دالة. كما أظهرت نتائج هذه الدراسة تمتع عينة لاعبي كرة السلة اليونانيين (ن=61، العمر=22,5 سنة) بمتوسطات خاصة بمعدل نبض القلب في الراحة قدرت بـ 62,8، 63,4، 62,2، 58,7 ن/د لكل من القسم الرابع، القسم الثالث، القسم الثاني، القسم الأول على التوالي، فيما كانت الفروق بين المستويات غير دالة. رغم ذلك أظهرت نتائج هذه الدراسة عدم وجود فروق دالة في معدل نبض القلب في الراحة حسب نوع الرياضة (T. I. Metaxas et al., 2009).

بشكل عام أظهرت نتائج الدراسة الحالية لتأثير 38 أسبوع من التدريب والمنافسة على متغير معدل نبض القلب في الراحة تباينا تبعا لاختلاف مراحل الموسم. رغم تعذر إجراء قياس يبين نتائج نهاية الموسم السابق للموسم الخاضع للدراسة، اختار الباحثان الإشارة إلى إمكانية تأثير المرحلة الانتقالية على نتائج القياس 1 لما لهذه المرحلة من أهمية. حيث يجب أن نضع في الحسبان أن عودة اللاعبين إلى تدريبات بداية الموسم مع حالة من اللاتكيف قد تعرضهم إلى ضغط بدني ونفسي أثناء محاولتهم الوصول إلى مستويات عالية من اللياقة البدنية المطلوبة لبدأ الموسم، خاصة إذا كانت فترة الإعداد قصيرة، مما يؤدي بهم إلى إرهاق نفسي وبدني خلال المراحل القادمة من الموسم (Caldwell & Peters, 2009). يعزو الباحثان وجود تراجع في مستوى اللياقة البدنية بصفة عامة خلال القياس 1 مقارنة مع نهاية الموسم السابق، يعزون سببه إلى طول فترة توقف اللاعبين عن التدريب خلال المرحلة الانتقالية الصيفية والتي قاربت 12 أسبوعا. فالمرحلة الانتقالية رغم أهميتها وسماحتها للاعبين بالعودة إلى مرحلة ما قبل الموسم مع وجود أقل لمخاطر الإصابة كما يصفها Laursen et Buchheit (2019)، إلا أنه يعتبر أنها تمثل تحديا كبيرا للطاقتين، بسبب عدم القدرة على مراقبة اللاعبين أثناء تواجدهم في المنزل بعيدا عن مرافق النادي، إذ يتم اعتماد برامج تدريبية يؤديها اللاعبون فرديا، وذلك لضمان عودتهم إلى مرحلة ما قبل الموسم بمستوى مقبول من الحالة البدنية، لكن الامتثال لهذه البرامج لن يكون بنسبة

100 % كما يقول الكاتب، وبالتالي يعتمد النجاح هنا على الدافع الفردي للاعب (Laursen&Buchheit, 2019, p. 387). قدر (Tønnessen et al., 2013) نسبة انخفاض الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين خلال المرحلة الانتقالية في دراسته لخصائص القدرة الهوائية القصوى، حسب اختلاف زمن القياس خلال الموسم، لدى 1545 لاعب كرة قدم محترف، بـ 1,6 % و 2,1 % مقارنة مع مرحلتي ما قبل الموسم والمنافسة على التوالي. الأكثر من ذلك، حسب Houston et al (1979) حتى فترات التوقف القصيرة (15 يوم) تؤدي إلى تغيرات كبيرة في مؤشرات القدرة الفيسيولوجية والوظيفية، كما إمكانية انخفاض الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بنسبة تصل إلى 4 % بعد تلك الفترة من التوقف؛ انخفاض النشاط العضلي لإنزيم نازعة هيدروجين السكسينات (SDH) وإنزيم نازع هيدروجين اللاكتات (LDH) بنسبة 24 % و 13 % على التوالي؛ ارتفاع معدل نبض القلب الأقصى، وذروة معدل نبض القلب خلال أداء اختبار العدو بـ 4 ن/د و 9 ن/د على التوالي؛ انخفاض تركيز حمض اللبن بعد الوصول إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين وأداء اختبار العدو بنسبة 20% (Houston et al., 1979). كما يؤدي التوقف عن التدريب لمدة 4 أسابيع بعد برنامج تدريبي مدته 8 أسابيع إلى انخفاض معدل التغير في ضربات القلب خلال الراحة (resting HRV) (Hansen et al., 2004).

خلال مرحلة التحضير البدني، أظهرت النتائج انخفاضاً في معدل نبض القلب في الراحة بعد نهاية مرحلة التحضير البدني وانطلاق مرحلة المنافسة (القياس ز2) مقارنة مع بداية مرحلة التحضير البدني (القياس ز1). يعزو الباحثان سبب الاختلاف الموجود بين نتائج القياس ز2 ونتائج القياس ز1 أساساً إلى تكيف الجهاز القلبي الدوراني لدى أفراد عينة الدراسة إيجابياً مع البرنامج التدريبي وحمل التدريب الذي خضعوا له طيلة الستة أسابيع التي كونت مرحلة التحضير البدني.

في حين لم تجد أعمال (Metaxas et al (2006) فروقاً دالة في معدل نبض القلب في الراحة ومعدل نبض القلب الأقصى بين بداية ونهاية مرحلة التحضير البدني رغم التحسن الدال في الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (T. Metaxas et al., 2006)، أكدت أعمال (CARTER at al (2003) أن برنامجاً جيداً من تدريبات التحمل يؤدي إلى تحسين وظائف القلب والأوعية الدموية أثناء الراحة وبعد التمرين دون الشدة القصوى؛ حيث انخفض معدل نبض القلب في الراحة بنسبة 5 % (2,7 ± 0,45 ن/د لدى عينة الشباب الأصحاء) وانخفض معدل النبض الأقصى بنسبة 6 % بعد 12 أسبوعاً من هذه التدريبات (CARTER et al., 2003)، وهو ما أكدته أعمال (KASMI et MOKRANI (2013) أن أربع أسابيع من التدريب المنتظم على التحمل كافية لانخفاض معدل نبض القلب في الراحة وأثناء الجهد، وأن معدل الانخفاض يتأثر بعدد حصص التدريب في الأسبوع وقيمة معدل نبض القلب قبل بداية

البرنامج التدريبي (KASMI & MOKRANI, 2013)، وبالتالي يرتبط انخفاض معدل نبض القلب في الراحة بتدريبات التحمل (Goldsmith et al., 2000).

إذا، يؤدي التدريب بالاعتماد على تمارين التحمل إلى تحسين استجابة القلب والأوعية الدموية للعديد من المتطلبات البدنية مما يؤدي إلى زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، حجم الضربة، الفرق الشرياني الوريدي للأوكسجين، والناتج القلبي دون تغير أو بانخفاض طفيف في أقصى معدل لنبض القلب (Chen & Dicarlo, 1998). كما تعتبر تدريبات التحمل اضطرابات فسيولوجية، تؤدي المداومة عليها إلى زيادة معدل التغير (الاختلاف) في ضربات القلب (HRV)، زيادة نشاط الجهاز العصبي اللاودي، وتقليل النشاط الودي في قلب الإنسان أثناء الراحة، وكلها تؤدي إلى إبطاء معدل نبض القلب في الراحة (CARTER et al., 2003)، حيث يصاحب زيادة تحكم الجهاز البارسمبثاوي في معدل نبض القلب لدى الإنسان نتيجة تدريبات التحمل انخفاض في تحكم الجهاز السمبثاوي به، مما يشير إلى أن ببطء معدل القلب الناتج عن التدريب تم بواسطة ميزان في الجهاز العصبي الذاتي هيمن عليه الجهاز البارسمبثاوي (Chen & Dicarlo, 1998). إضافة إلى زيادة النشاط البارسمبثاوي وانخفاض النشاط السمبثاوي، يؤدي انخفاض معدل نبض القلب الداخلي (Intrinsic HR) إلى انخفاض معدل نبض القلب في الراحة (CARTER et al., 2003) (Goldsmith et al., 2000)، ومع ذلك، لن تؤثر برامج التدريب القصيرة نسبيا على معدل نبض القلب الداخلي (Chen & Dicarlo, 1998). وجد (Sutton et al (1967) في دراسة هدفت إلى تحديد العلاقة بين معدل نبض القلب الداخلي والسعة الهوائية، ارتباطا عكسيا بين معدل نبض القلب الداخلي والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، وأن الانخفاض في معدل نبض القلب الداخلي لا يكون إلا بعد زيادة الفرد من حده الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بـ 15 مل/كغ/د على الأقل (Sutton et al., 1967)، وهو ما أكدته دراسة (chi et al (1995)، فرغم أنهم وجدوا أن تدريبات التحمل التي خضع لها 8 شباب لمدة 8 أشهر أدت إلى تأثيرات إيجابية على الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (27 %)، حجم الدم (16 %)، وإبطاء معدل نبض القلب في الراحة (66 ± 4 مقابل 57 ± 4 ن/د)، إلا أنهم فسروا ببطء معدل نبض القلب في الراحة بزيادة نشاط العصب المبهم في الجهاز العصبي الذاتي، بعد أن وجدوا أنه لا فروق دالة في معدل نبض القلب الداخلي بين الاختبار القبلي والاختبار البعدي (Shi et al., 1995).

خلال مرحلة الذهاب من المنافسة، أظهرت نتائج دراستنا استمرارا في الانخفاض الدال معنويا لمعدل نبض القلب في الراحة وذلك بين نهاية مرحلة التحضير البدني - بداية المنافسة (القياس 2) ومنتصف الموسم (القياس 3). يعزو الباحثان سبب استمرار الزيادة في معدل ببطء القلب خلال 17 أسبوع المكونة لمرحلة الذهاب من المنافسة من جهة إلى عدم كفاية الستة أسابيع المكونة لمرحلة التحضير البدني بما احتوته من أحمال تدريبية

للوصول باللاعبين إلى حدودهم القصوى من اللياقة الهوائية، ومن جهة أخرى قد يساهم محتوى التدريبات من تمارين هوائية، والحمل التدريبي المطبق على اللاعبين، خلال مرحلة الذهاب من المنافسة، إضافة إلى المباريات الرسمية لما تتميز به من منافسة وأحمال عالية، في تحسين اللياقة الهوائية وبالتالي انخفاض أكبر لمعدل نبض القلب في الراحة. يقول Laursen & Buchheit أنه عادة ما تؤدي فترات من التدريب عالية الشدة/ أو عالية حجم التدريب، متبوعة بالاستشفاء الكافي، إلى انخفاض معدل نبض القلب في الراحة، ومعدل نبض القلب تحت الأقصى، ومعدل نبض القلب الأقصى، كما تؤدي إلى تحسين الأداء (Laursen performance) (Laursen & Buchheit, 2019, p. 143)؛ حيث يؤثر التدريب البدني طويل المدى على إيقاع القلب، فيؤدي في الراحة إلى حدوث ظاهرة "بطء القلب الجيبي"، ويقلل من زيادة معدل نبض القلب عند أية درجة من امتصاص الأوكسجين دون الحد الأقصى، وذلك بسبب تحول التوازن بين النظامين الودي والنظير الودي نحو الهيمنة النظير ودية (الباراسمبثاوية) (Aubert et al., 2003).

خلال مرحلة الإياب من المنافسة، بعد وصول اللياقة الهوائية إلى ذروتها منتصف الموسم (ز3) أظهرت نتائج الدراسة الحالية في القياس ز4 مقارنة مع القياس ز3، ارتفاعا معنويا في معدل نبض القلب في الراحة. يعزو الباحثان سبب زيادة أو ارتفاع معدل نبض القلب في الراحة خلال مرحلة الإياب من الموسم التنافسي إلى انخفاض جل مكونات حمل التدريب المفروضة على عينة الدراسة خلال نفس الفترة مقارنة مع مرحلة التحضير البدني ومرحلة الذهاب من الموسم التنافسي، سعيا ربما إلى المحافظة على نشاط وحيوية اللاعبين، حيث سيرافق هذا الانخفاض في حمل التدريب انخفاض في مستوى التدريب الهوائي. يمكن أن يضاف إلى ذلك، أن إتباع التوقف التام عن النشاط خلال الفترة الانتقالية -خصوصا وأما طويلة جدا فيما لو قورنت مع دراسات أخرى- بتدريب عالي الشدة خلال فترة قصيرة من التحضير البدني، يمكن أن يفرض ضغوطا على اللاعبين، قد تؤدي بهم إلى الإرهاق في أواخر الموسم التنافسي، خصوصا مع تراكم الأعباء الفسيولوجية الناتجة عن زيادة عدد المباريات الرسمية التي خاضها اللاعبون مع التقدم في الموسم.

إضافة إلى ما سبق، يمكن أن تكون التزامات اللاعبين خارج الملعب سببا إضافيا في هذا الارتفاع، فالبعض منهم تلاميذ مقبلون على اجتياز امتحان شهادة البكالوريا أو طلبة جامعيون في سنتهم الأولى، وبالتالي صعوبة التوفيق بين واجباتهم كلاعي كرة قدم وواجباتهم كطلبة وتلاميذ.

يمكن تفسير ارتفاع معدل نبض القلب في الراحة فيزيولوجيا بعد مرحلة العودة من المنافسة من خلال التحكم العصبي اللاإرادي في معدل نبض القلب؛ حيث بينت أعمال (Iellamo et al 2002) وجود إمكانية لحدوث تحول من الهيمنة الباراسمبثاوية إلى الهيمنة السمبثاوية في الرياضيين ذوي الأداء العالي في ذروة نظام تدريبي شاق، تحضيرا لمنافسة عالمية. فبعد حدوث زيادة تدريجية في بطء القلب -ناتجة عن زيادة معنوية في متغير التردد

المرتفع (HF)، وانخفاض غير معنوي في متغير التردد المنخفض (LF) لتغير ضربات القلب (HRV)، وفي نسبة LF/HF - بعد فترة من التدريب على التحمل لمدة (3 اشهر ثم 6 اشهر) بزيادة في حمل التدريب إلى حدود 75 % من الحد الأقصى، انعكست النتائج مع اقتراب الحمل التدريبي إلى حده الأقصى (100 %) بعد 9 أشهر من التدريب وقبل حوالي 20 يوم من المنافسة، حيث حدث تحول واضح في النظام العصبي المنظم للقلب والأوعية الدموية من الهيمنة البارسمبثاوية إلى الهيمنة السمبثاوية، ما أدى إلى ارتفاع كل من معدل النبض في الراحة وضغط الدم الانبساطي في الراحة (Iellamo et al., 2002)، وبالتالي فقد يؤدي تراكم الأحمال عالية الشدة الخاصة بالتدريبات والمباريات إلى ارتفاع معدل نبض القلب في الراحة نتيجة لحدوث تغيرات في جهاز التحكم اللاإرادي للقلب لصالح الشق السمبثاوي.

5. الخاتمة:

يعد معدل نبض القلب في الراحة مؤشرا موثوقا للياقة القلبية التنفسية أو اللياقة الهوائية. انطلاقا من ذلك، يمكن القول أن مرحلة التحضير البدني في هذا البحث أدت إلى تنمية اللياقة القلبية التنفسية لدى اللاعبين الخاضعين للدراسة، كما أن مرحلة الذهاب من المنافسة بما تحويه من أحمال تدريبية وأحمال المنافسة أدت إلى استمرار تحسن اللياقة القلبية التنفسية، في حين انخفضت اللياقة القلبية التنفسية نهاية الموسم التنافسي عنها في منتصف الموسم، ربما نتيجة لانخفاض الأحمال التدريبية، وزيادة الضغوط على اللاعبين بفعل زيادة الأعباء المتراكمة بفعل المباريات الرسمية، ونقص الاهتمام من طرف اللاعبين؛ حيث شهدنا زيادة في النسبة المئوية لغياب اللاعبين عن التدريبات خلال مرحلة العودة من المنافسة. إذا، سهولة قياس معدل نبض القلب في الراحة وكذلك بساطة استخدامه كمؤشر يعبر عن اللياقة القلبية التنفسية تجعل منه أداة يفضل أن يعتمد عليها المعنيون بتخطيط الأحمال التدريبية والتحضير البدني لتقييم فعالية برامج التدريب، وكذا تقييم ومراقبة تطور اللياقة البدنية للاعبين خلال جميع مراحل الموسم التدريبي.

قائمة المراجع:

1. Aubert, A. E., Seps, B., & Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports medicine*, 33(12), 889–919. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333120-00003>
2. Baggish, A. L., Wang, F., Weiner, R. B., Elinoff, J. M., Tournoux, F., Boland, A., Picard, M. H., Hutter Jr, A. M., & Wood, M. J. (2008). Training-specific changes in cardiac structure and function: A prospective and longitudinal

- assessment of competitive athletes. *Journal of applied physiology*, 104(4), 1121–1128. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01170.2007>
3. Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization Training for Sports*. Human Kinetics.
 4. Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports medicine*, 39(9), 779–795. <https://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>
 5. Bounab, M. S., Benkara, Y., & Sellami, A. (2022). Seasonal variations in soccer players' training load using the session rating of perceived exertion (srpe). (In arabic). *el mohtaref journal*, 9(4), 368–382.
 6. Caldwell, B. P., & Peters, D. M. (2009). Seasonal variation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1370–1377. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a4e82f>
 7. CARTER, J., BANISTER, E., & BLABER, A. (2003). The effect of age and gender on heart rate variability after endurance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1333–1340. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000079046.01763.8F>
 8. Chen, C.-Y., & Dicarlo, S. E. (1998). Endurance exercise training-induced resting Bradycardia: A brief review. *Research in Sports Medicine: An International Journal*, 8(1), 37–77. <https://doi.org/10.1080/15438629709512518>
 9. CORÎCI, O. M., MIREA-MUNTEANU, O., Donoiu, I., Istrătoaie, O., CORÎCI, C. A., & IANCĂU, M. (2018). Gender-related electrocardiographic changes in athletes. *Current Health Sciences Journal*, 44(1), 29. <https://doi.org/10.12865/CHSJ.44.01.05>

10. D'Ascenzi, F., Pelliccia, A., Solari, M., Piu, P., Loiacono, F., Anselmi, F., Caselli, S., Focardi, M., Bonifazi, M., & Mondillo, S. (2017). Normative reference values of right heart in competitive athletes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Society of Echocardiography*, *30*(9), 845–858. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.06.013>
11. Dellal, A. (2008). *De l'entraînement à la performance en football*. De Boeck Supérieur.
12. Farley, J. B., Stein, J., Keogh, J. W., Woods, C. T., & Milne, N. (2020). The Relationship Between Physical Fitness Qualities and Sport-Specific Technical Skills in Female, Team-Based Ball Players: A Systematic Review. *Sports medicine-open*, *6*, 1–20. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00245-y>
13. Garrett, W. E., & Kirkendall, D. T. (2000). *Exercise and Sport Science*. Lippincott Williams & Wilkins.
14. Gaubert, I., Beraguas, O., Bauret, V., Bonnaventure, E., & Collectif. (2014). *Les fondamentaux du Sport Santé—80 outils pour mieux évaluer et accompagner vos pratiquants*. AMPHORA.
15. Goldsmith, R. L., Bloomfield, D. M., & Rosenwinkel, E. T. (2000). Exercise and autonomic function. *Coronary artery disease*, *11*(2), 129–135. <https://doi.org/10.1097/00019501-200003000-00007>
16. Hansen, A. L., Johnsen, B. H., Sollers, J. J., Stenvik, K., & Thayer, J. F. (2004). Heart rate variability and its relation to prefrontal cognitive function: The effects of training and detraining. *European journal of applied physiology*, *93*(3), 263–272. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1208-0>
17. Houston, M. E., Bentzen, H., & Larsen, H. (1979). Interrelationships between skeletal muscle adaptations and performance as studied by detraining and

- retraining. *Acta Physiologica Scandinavica*, 105(2), 163–170.
- <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1979.tb06328.x>
18. Iellamo, F., Legramante, J. M., Pigozzi, F., Spataro, A., Norbiato, G., Lucini, D., & Pagani, M. (2002). Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. *Circulation*, 105(23), 2719–2724. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000018124.01299.ae>
19. Jennett, S. (2008). *Churchill Livingstone's Dictionary of Sport and Exercise Science and Medicine E-Book*. Elsevier Health Sciences.
20. Jeong, T.-S., Reilly, T., Morton, J., Bae, S.-W., & Drust, B. (2011). Quantification of the physiological loading of one week of “pre-season” and one week of “in-season” training in professional soccer players. *Journal of sports sciences*, 29(11), 1161–1166.
- <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.583671>
21. KASMI, A., & MOKRANI, F. (2013). Effet de l'entraînement d'endurance sur la fréquence cardiaque, le poids corporel et les habitudes alimentaires. *Revue Des Sciences Humaines*, 24(02), 107–116.
22. Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). *Science and Application of High-Intensity Interval Training : Solutions to the Programming Puzzle*. Human Kinetics.
23. Mader, S. S., & Windelspecht, M. (2017). *Human Biology* (15 edition). McGraw-Hill Education.
24. Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal training-load quantification in elite English premier league soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 10(4), 489–497. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0352>
25. Mascie-Taylor, C. G. Nicholas., Bogin, B., & Foley, R. A. (1995). *Human Variability and Plasticity*. Cambridge University Press.

26. Metaxas, T. I., Koutlianos, N., Sendelides, T., & Mandroukas, A. (2009). Preseason physiological profile of soccer and basketball players in different divisions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1704–1713. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b3e0c5>
27. Metaxas, T., Sendelides, T., Koutlianos, N., & Mandroukas, K. (2006). Seasonal variation of aerobic performance in soccer players according to positional role. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 46(4), 520.
28. Pelà, G., Bruschi, G., Montagna, L., Manara, M., & Manca, C. (2004). Left and right ventricular adaptation assessed by Doppler tissue echocardiography I athletes. *Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography*, 17, 205–211. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2003.12.004>
29. Piantadosi, C. A. (2003). *The Biology of Human Survival: Life and Death in Extreme Environments*. Oxford University Press.
30. Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2013). *Exercise Physiology: For Health, Fitness, and Performance* (4th edition). Lippincott Williams & Wilkins.
31. Reilly, T. (2006). *The Science of Training- Soccer: A Scientific Approach to Developing Strength, Speed and Endurance* (1^{re} éd.). Routledge.
32. Rountree, S. (2011). *The Athlete's Guide to Recovery: Rest, Relax, and Restore for Peak Performance*. VeloPress.
33. Shi, X., Stevens, G. H., Foresman, B. H., Stern, S. A., & Raven, P. B. (1995). Autonomic nervous system control of the heart: Endurance exercise training. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(10), 1406–1413.
34. Somauroo, J. D., Pyatt, J. R., Jackson, M., Perry, R. A., & Ramsdale, D. R. (2001). An echocardiographic assessment of cardiac morphology and common

- ECG findings in teenage professional soccer players: Reference ranges for use in screening. *Heart*, 85(6), 649–654. <https://doi.org/10.1136/heart.85.6.649>
35. Sutton, J. R., Cole, A., Gunning, J., Hickie, J. B., & Seldon, W. A. (1967). Control of heart-rate in healthy young men. *Originally published as Volume 2, Issue 7531, 290(7531), 1398–1400.* [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(67\)93028-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(67)93028-0)
36. Swynghedauw, B. (2012). *Molecular Cardiology for the Cardiologists.* Springer Science & Business Media.
37. Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., Haugen, T., & Seiler, S. (2013). Maximal aerobic power characteristics of male professional soccer players, 1989–2012. *International journal of sports physiology and performance*, 8(3), 323–329. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.3.323>
38. Weineck, J. (1992). *Biologie du sport.* Vigot.
39. Winter, E. M., Jones, A. M., Davison, R. R., Bromley, P. D., & Mercer, T. H. (2006). *Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: Volume I–Sport Testing: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide.* Routledge.