تأثير الجهد البدني متدرج الشدة على مستوى الغلوكوز في الدم لدى لاعبات ألعاب القوى في نادي السلام الرياضي

م.د اسراء كامل حسن
المديرية العامة لتربية الكرخ ٣١
israakamil17@gmail.com

م. حيدر عبد الزهرة ربيط
المديرية العامة لتربية الكرخ ٣١
haiderrabeet@gmail.com

الملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على تأثير الجهد البدني متدرج الشدة على مستوى الغلوكوز في الدم لدى لاعبات ألعاب القوى، وذلك من خلال متابعة تغيرات هذا المستوى عبر مراحل متتالية من الجهد بدءًا من حالة الراحة وصولًا إلى أقصى قدرة فردية. تكوّنت عينة البحث من (١٠) لاعبات من نادي السلام الرياضي تم اختيارهن بالطريقة القصدية (العمدية)، وتم قياس مستوى الغلوكوز في الدم بوحدة (mg/dL) عبر ست مراحل من الأداء على جهاز التريدميل (الراحة، بعد ١٠ ثوانٍ، بعد دقيقة، بعد دقيقتين، بعد ثلاث دقائق، وبعد أربع دقائق) وفق سرعات فردية تتوافق مع معدل ضربات القلب لكل لاعبة. عولجت البيانات إحصائيًا باستعمال الوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء وتحليل التباين للقياسات المتكررة (Repeated Measures ANOVA) واختبار أقل فرق معنوي (LSD)، فضلًا عن حساب حجم الأثر بمربع إيتا الجزئي. أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين مراحل الجهد المختلفة (ف = ٦٣٣.٣٠٤، ع.ج = ٠.٩٨٦)، إذ سُجّل انخفاض طفيف ذو دلالة إحصائية خلال أول عشر ثوانٍ يعكس بدء الاستهلاك العضلي للغلوكوز، ثم ارتفاع متدرج للغلوكوز في الدم مع تصاعد الشدة، وهو ما يُفسَّر زيادة الإنتاج الكبدي للغلوكوز عبر تحلل الجلايكوجين الكبدي وتكوّن الغلوكوز الجديد استجابةً لارتفاع هرمونات الإجهاد. وأوصى الباحثان بالافادة من نتائج الدراسة في تصميم برامج التدريبية المقنّنة للاعبات ألعاب القوى، وفي البرامج العلاجية لاضطرابات الغلوكوز، مع إجراء بحوث تكميلية حول الاستشفاء وأثر تناول الكربوهيدرات قبل وأثناء الجهد البدني.

الكلمات المفتاحية: الجهد البدني متدرج الشدة، الغلوكوز في الدم، لاعبات ألعاب القوى، الإنتاج الكبدي للغلوكوز، الاستجابة الفسيولوجية، التدريب المقنّن.

Abstract

This study aimed to identify the effect of graded intensity physical exertion on blood glucose levels among female athletes. It tracked changes in glucose levels across successive stages of effort, from a resting state to maximum individual capacity. The research sample consisted of (10) female athletes from Al-Salam Sports Club, selected purposively. Blood glucose levels (mg/dL) were measured across six performance stages on a treadmill (rest, after 10 seconds, 1 minute, 2 minutes, 3 minutes, and 4 minutes) at individual speeds corresponding to each athlete's heart rate. Data were statistically analyzed using the arithmetic mean, standard deviation, skewness coefficient, Repeated Measures ANOVA, and the Least Significant Difference (LSD) test, in addition to calculating the effect size using partial eta squared.

The results showed statistically significant differences between the different stages of exertion ($F = 633.304$, $\eta p^2 = 0.986$). A slight but significant decrease was recorded during the first ten seconds, reflecting the onset of muscular glucose consumption, followed by a gradual rise in blood glucose as intensity increased. This rise is attributed to increased hepatic glucose production through liver glycogenolysis and gluconeogenesis in response to elevated stress hormones. The researchers recommended utilizing these results in designing standardized training programs for female athletes and in therapeutic programs for glucose disorders, while conducting complementary research on recovery and the impact of carbohydrate intake before and during physical exertion.

Keywords : Graded Physical Exertion, Blood Glucose, Female Athletes, Hepatic Glucose Production, Physiological Response, Standardized Training.

١-١ المقدمة وأهمية البحث:

يرتبط الجهد البدني، سواء أثناء الأداء أو بعده، بحدوث مجموعة من التكيفات الوظيفية التي تسهم في تعزيز قدرة الكائن الحي على التفاعل المستمر مع بيئته، فضلًا عن تحسين إمكانية استثمار

الإمكانات المحيطة به. ويُعدّ النشاط الرياضي عملية منظمة ومخططًا لها مسبقًا، تهدف إلى إحداث تكيفات فسيولوجية في أجهزة الجسم المختلفة، بما يحقق متطلبات كل فعالية رياضية على نحو دقيق.
إن ممارسة أي نشاط رياضي أو الخضوع لبرامجه التدريبية يؤدي إلى إحداث حالة من عدم الاتزان الداخلي (Homeostatic Disturbance)، الأمر الذي يدفع الجسم إلى تفعيل آليات تكيفية تهدف إلى استعادة التوازن والوصول إلى استجابات مثلى (عبد الفتاح، ٢٠٢٠)، تسهم في تحسين مستوى الأداء وتحقيق نتائج متقدمة في النشاط الرياضي المعني.
ويعتمد إنتاج الطاقة اللازمة للأداء البدني بشكل أساسي على المصادر الغذائية المختزنة في العضلات والكبد، إذ يمثّل الغلوكوز أحد أهم مصادر الطاقة المباشرة، لاسيما أثناء الجهد عالي الشدة. وتُعدّ نسبة الغلوكوز في الدم من المؤشرات الحيوية المهمة التي تعكس التوازن الديناميكي بين الإنتاج الكبدي للغلوكوز والاستهلاك العضلي له، ومن خلال تتبّع هذه النسبة يمكن تحديد طبيعة الاستجابة الأيضية للجهد البدني وكميته (محمد حسن علاوي وأبو العلا أحمد عبد الفتاح، ٢٠١٩).
وتكمن أهمية هذا البحث في الكشف عن طبيعة استجابة مستوى الغلوكوز في الدم لدى لاعبات ألعاب القوى أثناء أداء جهد بدني متدرج الشدة، وما إذا كان هذا الجهد يؤدي إلى ارتفاعه أو انخفاضه، ومدى الافادة من هذه المؤشرات في توجيه الحمل التدريبي وتطوير الأداء الرياضي للاعبات.

١-٢ مشكلة البحث:

تؤدي المتغيرات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية دورًا مهمًا في التأثير على الحالة العامة للرياضي، إذ إن أي تغير في الاتزان الداخلي للجسم — سواء بالارتفاع أو الانخفاض — يتأثر بطبيعة الفعالية الرياضية وشدّتها، وقد ينعكس على الأداء وعلى سلامة الرياضي. ومن هنا تبرز أهمية دراسة المسارات المرتبطة بهذه المتغيرات وتصميم برامج تدريبية تتوافق مع طبيعتها.
وتنبع مشكلة هذه الدراسة من عدم وضوح طبيعة استجابة مستوى الغلوكوز في الدم لدى لاعبات ألعاب القوى عند بداية الجهد البدني واستمراره، وما إذا كانت الشدة المتزايدة تؤدي إلى ارتفاع تدريجي للغلوكوز نتيجة الإنتاج الكبدي المتزايد، أم إلى انخفاض نتيجة الاستهلاك العضلي السريع. وقد لاحظ الباحثان قلة الدراسات العربية التي تتناول هذه الاستجابة لدى الإناث على وجه التحديد، مما دفعها إلى إجراء هذه الدراسة بهدف توفير بيانات علمية يمكن توظيفها في تخطيط الأحمال التدريبية.

١-٣ أهداف البحث:

١. التعرف على تأثير الجهد البدني متدرج الشدة على مستوى الغلوكوز في الدم لدى لاعبات ألعاب القوى في نادي السلام الرياضي.

٢. التعرف على دلالة الفروق في مستوى الغلوكوز في الدم بين حالة الراحة ومراحل الجهد البدني المتزايد لدى لاعبات ألعاب القوى.

١-٤ فروض البحث:

١. للجهد البدني متدرج الشدة تأثير ذو دلالة إحصائية على مستوى الغلوكوز في الدم لدى لاعبات ألعاب القوى.

٢. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى الغلوكوز في الدم بين حالة الراحة ومراحل الجهد البدني المتزايد لدى لاعبات ألعاب القوى.

١-٥ مجالات البحث:

المجال البشري: عينة من (١٠) لاعبات ألعاب القوى في نادي السلام الرياضي.

المجال المكاني: مختبر الدكتور لؤي إبراهيم التخصصي.

المجال الزماني: للفترة من ٢٠٢٥/٤/٢ ولغاية ٢٠٢٥/٤/٩.

٢- منهج البحث وإجراءاته الميدانية:

٢-١ منهج البحث:

اعتمد الباحثان المنهج التجريبي وبأسلوب القياسات المتكررة (Repeated Measures Design) لملاءمته طبيعة مشكلة البحث، إذ تتطلب الدراسة قياس المتغير ذاته (مستوى الغلوكوز في الدم) لدى العينة نفسها عبر مراحل زمنية متتالية من الجهد البدني، مما يسمح بتتبع التغير الحادث في الاستجابة الفسيولوجية لكل لاعبة.

٢-٢ عينة البحث:

تكوّنت عينة البحث من (١٠) لاعبات من ألعاب القوى في نادي السلام الرياضي، تم اختيارهن بالطريقة العمدية. وقد جانس الباحثان بين أفراد العينة بالنسبة لمتغير مستوى الغلوكوز في الدم في حالة الراحة من خلال حساب معامل الالتواء، الذي وقعت قيمته بين

(-١، +١) مما يدل على اعتدالية التوزيع، كما ابتعد الباحثان على استبعاد كل من تعاني من اضطرابات الضغط أو القلب أو أي حالة سريرية قد تؤثر على نتائج البحث، فضلًا عن ضبط مرحلة الدورة الشهرية بإجراء القياسات في الطور الجريبي (Follicular Phase) لتقليل تأثير التذبذبات الهرمونية على استجابة الغلوكوز.

الجدول (١) يبين تجانس أفراد عينة البحث في متغير نسبة الغلوكوز في الدم وقت الراحة

المتغير	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	التوزيع
نسبة الغلوكوز في الدم وقت الراحة (mg/dL)	٩٥.١٠	١.٩١٢	٠.٣٥٤	طبيعي

٢-٣ أجهزة وأدوات البحث:

- جهاز المشي الكهربائي (Treadmill) لأداء التمارين.
- جهاز إلكتروني لمراقبة معدل ضربات القلب (Electronic Heart Rate Monitor).
- جهاز قياس مستوى الغلوكوز في الدم (Glucometer).
- شرائط اختبار الغلوكوز الخاصة بالجهاز (Glucose Test Strips).
- سماعة طبية (Stethoscope).
- جهاز قياس ضغط الدم (Sphygmomanometer).

٢-٤ التجربة الاستطلاعية:

أجرى الباحثان التجربة الاستطلاعية في يوم ٢٠٢٥/٤/٢ على عينة مماثلة لعينة البحث الرئيسة، وذلك بهدف تحديد السرعات الفردية على جهاز التريدميل التي تتوافق مع معدلات النبض المستهدفة

لكل لاعبة، فضلًا عن التأكد من سلامة عمل الأجهزة المستخدمة وملائمة بروتوكول سحب عينات الدم.

٢-٥ التجربة الرئيسة:

أجريت التجربة الرئيسة في يوم ٢٠٢٥/٤/٧ في تمام الساعة التاسعة صباحًا، وذلك بعد صيام ليلي لا تقل مدته عن (١٠) ساعات لضمان توحيد ظروف القياس. بدأت الإجراءات بسحب العينة الأولى من الدم في حالة الراحة لقياس مستوى الغلوكوز الأساسي، مع تسجيل معدل ضربات القلب. ثم أدّت اللاعبات الجري على جهاز التريدميل وفق بروتوكول الجهد المتدرج الآتي:

• المرحلة الأولى: جري لمدة (١٠) ثوانٍ بمعدل نبض (٧٠-٨٠) ضربة/دقيقة، ثم سحب العينة الثانية.

• المرحلة الثانية: استمرار الجري حتى الوصول إلى نبض (١٥٠) ضربة/دقيقة بعد دقيقة واحدة، ثم سحب العينة الثالثة.

• المرحلة الثالثة: استمرار الجري حتى الوصول إلى نبض (١٧٥) ضربة/دقيقة بعد دقيقتين، ثم سحب العينة الرابعة.

• المرحلة الرابعة: استمرار الجري حتى الوصول إلى نبض (١٨٥) ضربة/دقيقة بعد ثلاث دقائق، ثم سحب العينة الخامسة.

• المرحلة الخامسة: الوصول إلى أقصى قدرة فردية بنبض (١٩٠) ضربة/دقيقة بعد أربع دقائق، ثم سحب العينة السادسة.

وقد تمّ تحديد السرعات الفردية لكل لاعبة مسبقًا اعتمادًا على نتائج التجربة الاستطلاعية بحيث تتطابق شدة العمل البدني مع الاستجابة الفسيولوجية لكل مختبَرة، مع توحيد التوقيت الزمني لسحب العينات.

٢-٦ الوسائل الإحصائية:

استُعمل البرنامج الإحصائي (SPSS) لمعالجة البيانات وفق القوانين الآتية:

١. الوسط الحسابي.

٢. الانحراف المعياري.

٣. معامل الالتواء.

٤. تحليل التباين للقياسات المتكررة (Repeated Measures ANOVA).

٥. اختبار أقل فرق معنوي (L.S.D).

٦. مربع إيتا الجزئي (Partial η^2) لقياس حجم الأثر.

٣- عرض وتحليل ومناقشة النتائج:

٣-١ عرض الإحصاءات الوصفية لمستوى الغلوكوز في الدم عبر مراحل الجهد:

يوضح الجدول (٢) الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ومعاملات الالتواء لمستوى الغلوكوز في الدم لدى عينة البحث عبر مراحل الجهد الست، وتعد هذه المؤشرات الوصفية الأساس الذي تنطلق منه التحليلات الاستدلالية اللاحقة.

الجدول (٢) يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ومعاملات الالتواء لمستوى الغلوكوز في الدم (mg/dL) لدى عينة البحث عبر مراحل الجهد الست

المؤشر الإحصائي	الراحة	١٠ ثوانٍ	دقيقة	دقيقتان	ثلاث دقائق	أربع دقائق
الوسط الحسابي	٩٥.١٠	٩١.٨٠	١٣١.٠٠	١٣٥.٦٠	١٣٨.٥٠	١٤٩.٢٠
الانحراف المعياري	١.٩١٢	٢.٢٠١	٢.٥٣٩	٤.٠٠٦	٣.٢٤٠	٢.٩٧٤
معامل الالتواء	٠.٣٥٤	٠.٢٠٠	٠.٣٠١	٠.٣٨٦	-٠.٣٧٢	-٠.٢٨٤

يتبيّن من الجدول (٢) أن قيم معامل الالتواء لجميع المراحل تقع داخل المدى المقبول (±١)، مما يدل على أن البيانات تتبع توزيعًا طبيعيًا تقريبيًا، وهو شرط أساسي لاستعمال الاختبارات الإحصائية المعلمية مثل تحليل التباين للقياسات المتكررة. كما يلاحظ أن الأوساط الحسابية تأخذ منحنى تصاعديًا واضحًا بدءًا من الدقيقة الأولى، مع انخفاض أولي طفيف عند العشر ثوانٍ، وهو ما سيتم اختبار دلالته الإحصائية في التحليلات اللاحقة.

٣-٢ عرض وتحليل ومناقشة نتائج اختبار (ف) لاختبارات الجهد المتزايد:

الجدول (٣) يبين نتائج تحليل التباين للقياسات المتكررة (Repeated Measures ANOVA) لمستوى الغلوكوز في الدم عبر مراحل الجهد المتدرج لدى لاعبات ألعاب القوى

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف) المحسوبة	قيمة (ف) الجدولية	الدلالة
بين القياسات	٢٨٩٩٥.٩٣	٥	٥٧٩٩.١٨٧	٦٣٣.٣٠٤	٢.٤٢٢	معنوي
بين الأفراد	٤٠.٩٣٣	٩	٤.٥٤٨	—	—	—
الخطأ	٤١٢.٠٦٧	٤٥	٩.١٥٧	—	—	—
الكلي	٢٩٤٤٨.٩٣	٥٩	—	—	—	—

* عند درجة حرية (٥، ٤٥) ومستوى دلالة (٠.٠٥).

الجدول (٤) يبين فروق الأوساط الحسابية وقيم اختبار أقل فرق معنوي (LSD) بين مراحل الجهد المتدرج

الفترات	الراحة	١٠ ثوانٍ	دقيقة	دقيقتان	ثلاث دقائق	أربع دقائق
الراحة	—	٣.٣٠ *	٣٥.٩٠ *	٤٠.٥٠ *	٤٣.٤٠ *	٥٤.١٠ *
١٠ ثوانٍ	—	—	٣٩.٢٠ *	٤٣.٨٠ *	٤٦.٧٠ *	٥٧.٤٠ *
دقيقة	—	—	—	٤.٦٠ *	٧.٥٠ *	١٨.٢٠ *
دقيقتان	—	—	—	—	٢.٩٠ *	١٣.٦٠ *
ثلاث دقائق	—	—	—	—	—	١٠.٧٠ *
أربع دقائق	—	—	—	—	—	—

* فرق دالّ إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠٥). قيمة = LSD٢.٧٢٦.

يتضح من الجدول (٣) أن قيمة (ف) المحسوبة بلغت (٦٣٣.٣٠٤) وهي أكبر من قيمة (ف) الجدولية (٢.٤٢٢) عند درجة حرية (٥، ٤٥) ومستوى دلالة (٠.٠٥)، مما يدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى الغلوكوز في الدم بين مراحل الجهد المتدرج لدى عينة البحث. كما بلغت قيمة مربع إيتا الجزئي (Partial η^2) (٠.٩٨٦)، وهي قيمة عالية جدًا وفقًا لتصنيف Cohen، تدل على أن نحو (٩٨.٦%) من التباين الكلي في مستوى الغلوكوز يُعزى إلى تأثير مراحل الجهد البدني، مما يعكس قوة العلاقة بين شدة الجهد ومستوى الغلوكوز في الدم. ومن ثم تحقق الفرض الأول للبحث.

وعند الرجوع إلى الجدول (٤) الذي يبين نتائج اختبار أقل فرق معنوي (LSD)، يلاحَظ أن جميع الفروق بين الأوساط الحسابية لمراحل الجهد المختلفة كانت دالّة إحصائيًا، إذ تجاوزت قيمة كل فرق قيمة (= LSD٢.٧٢٦). وتُعدّ هذه النتيجة مؤشرًا واضحًا على أن كل مرحلة من مراحل الجهد المتدرج تستحدث استجابة أيضية متمايزة لدى اللاعبات، وأن جسم اللاعبة لا يتعامل مع التدرج في الشدة بطريقة خطية ساكنة، بل يستجيب بإعادة ضبط مستمرة لإنتاج الغلوكوز واستهلاكه.

وفيما يتعلق بالمرحلة الأولى من الجهد، فقد سُجّل انخفاض في متوسط الغلوكوز من (٩٥.١٠) mg/dL في حالة الراحة إلى (٩١.٨٠) mg/dL بعد (١٠) ثوانٍ من بدء الجهد، أي بفرق قدره (٣.٣٠) mg/dL وهو فرق دالّ إحصائيًا. ويرى الباحثان أن هذا الانخفاض، رغم محدوديته من الناحية البيولوجية، يحمل دلالة فسيولوجية مهمة تتمثل في أن الخلايا العضلية العاملة تبدأ فور انطلاق الجهد في سحب الغلوكوز المتاح في الدم بسرعة فائقة لتلبية حاجتها للطاقة، قبل أن تتفعل الآليات التعويضية في الكبد بشكل كامل (سعيد وماجد، ٢٠٢٣). وهذه النتيجة تتفق مع ما أشارت إليه الأدبيات الفسيولوجية الحديثة من أن الانقباض العضلي بحد ذاته يُحرّض على انتقال ناقلات الغلوكوز من نوع GLUT-٤ إلى غشاء الخلية العضلية بآلية مستقلة عن الأنسولين، مما يسرّع دخول الغلوكوز إلى العضلات في اللحظات الأولى من الجهد (أثير محمد صبري، ٢٠١٩).

ويؤكد الباحثان في أن التفسير الشائع في بعض المراجع، والذي يُرجع الانخفاض الأولي في الغلوكوز إلى زيادة إفراز الأنسولين، هو تفسير غير دقيق من الناحية الفسيولوجية. فالحقيقة أن الجهد البدني يُرافقه كبح واضح لإفراز الأنسولين من البنكرياس، وارتفاع متزامن في الهرمونات المضادّة له، وعلى رأسها الجلوكاجون والأدرينالين والنورأدرينالين والكورتيزول وهرمون النمو، وهي الهرمونات المسؤولة عن تحفيز تحلّل الجلايكوجين الكبدي (Glycogenolysis) وتكوين الغلوكوز الجديد (Gluconeogenesis) لتعويض الاستهلاك العضلي (الحميد، ٢٠٢٢). ولو ارتفع الأنسولين أثناء الجهد البدني فعلًا، لحدث هبوط حاد في سكر الدم (poglycemiaHy) من شأنه أن يُعرّض اللاعبة للخطر.

ومع تصاعد شدة الجهد البدني، تتضح من الجدول (٤) ظاهرة الارتفاع المتدرج وذي الدلالة الإحصائية في مستوى الغلوكوز في الدم، إذ بلغ متوسطه بعد دقيقة (١٣١.٠٠) mg/dL، ثم (١٣٥.٦٠) mg/dL بعد دقيقتين، ثم (١٣٨.٥٠) mg/dL بعد ثلاث دقائق، ووصل إلى (١٤٩.٢٠) mg/dL بعد أربع دقائق من الجهد. ويرى الباحثان أن هذا الارتفاع يُعدّ المؤشر الأبرز على أن الجسم يدخل في حالة تعبئة طاقية شاملة، إذ يتجاوز معدل الإنتاج الكبدي للغلوكوز معدل استهلاكه العضلي، فيتراكم الغلوكوز في الدم بصورة عابرة. وهذه الظاهرة تُعرف فسيولوجيًا باسم فرط سكر الدم الناتج عن الجهد (Induced Hyperglycemia–Exercise)، وهي استجابة طبيعية ومتوقعة في الجهد عالي الشدة وقصير المدة (وزارة الصحة السعودية، ٢٠٢٥).

ويلاحظ الباحثان كذلك أن مقدار الفرق بين كل مرحلتين متجاورتين لا يأخذ نمطًا خطيًا متساويًا، بل يتزايد بشكل ملحوظ كلما اقتربت اللاعبة من أقصى قدرتها. فالفرق بين الراحة و١٠ ثوانٍ كان (٣.٣٠) mg/dL فقط، بينما قفز إلى (٣٩.٢٠) mg/dL بين العشر ثوانٍ والدقيقة الأولى، ثم استقرّ نسبيًا في المراحل المتوسطة، ليرتفع مجددًا بشكل واضح إلى (١٠.٧٠) mg/dL بين الدقيقة الثالثة والرابعة. ويفسّر الباحثان ذلك بأن النظام الفسيولوجي للاعبة يمر بثلاث مراحل متمايزة: مرحلة الاستجابة الأولية (الاستهلاك العضلي السريع)، ومرحلة التكيف (توازن نسبي بين الإنتاج والاستهلاك)، ثم مرحلة التعبئة القصوى (هيمنة الإنتاج الكبدي عند الاقتراب من العتبة اللاهوائية). وهذا النمط يتفق مع ما أشار إليه (أحلام نجم عبد الله، ٢٠٢٥) من أن استجابة الغلوكوز للجهد البدني تمر بمراحل ديناميكية متعاقبة وليست استجابة خطية واحدة.

ويرى الباحثان أن الارتفاع الكبير في قيمة مربع إيتا الجزئي (٠.٩٨٦) يُعطي دلالة عملية مهمة تتعدّى مجرد الدلالة الإحصائية، إذ يعني أن متغير شدة الجهد يكاد يكون المحدِّد الرئيسي لمستوى الغلوكوز في الدم لدى لاعبات ألعاب القوى، وأن الفروقات الفردية بين اللاعبات (التي ظهرت في تباين بين الأفراد بقيمة ٤.٥٤٨ فقط) تُعدّ هامشية مقارنة بتأثير الجهد نفسه. وهذه نتيجة لها بُعد تطبيقي مهم في تخطيط برامج التدريب، إذ تشير إلى أن استجابة الغلوكوز يمكن التنبؤ بها بدرجة عالية من خلال ضبط شدة الحمل التدريبي، بصرف النظر عن الفروقات الفردية البسيطة بين اللاعبات في عينة متجانسة (جمعة محمد عوض، ٢٠٢٢).

يتبين من خلال كل ما ورد ان فروض البحث، تتحقق ، إذ ثبت إحصائيًا أن للجهد البدني متدرج الشدة تأثيرًا دالًّا على مستوى الغلوكوز في الدم، وأن هناك فروقًا ذات دلالة إحصائية بين حالة الراحة ومختلف مراحل الجهد. وتجدر الإشارة في الختام إلى أن جميع القيم المسجّلة بقيت ضمن الحدود الفسيولوجية المقبولة ولم تتجاوز عتبة فرط سكر الدم المرضي، مما يدل على سلامة استجابة لاعبات العينة وكفاءة أجهزتهن الفسيولوجية في التعامل مع الجهد المتزايد، وهو مؤشر إيجابي على قابليتهن لتحمّل الأحمال التدريبية المتقدمة.

٤- الاستنتاجات والتوصيات:

٤-١ الاستنتاجات:

١. للجهد البدني متدرج الشدة تأثير ذو دلالة إحصائية كبيرة على مستوى الغلوكوز في الدم لدى لاعبات ألعاب القوى في نادي السلام الرياضي، إذ بلغ حجم الأثر (مربع إيتا الجزئي) قيمة عالية جدًا (٠.٩٨٦).

٢. سُجّل انخفاض طفيف لكنه دالّ إحصائيًا في مستوى الغلوكوز في الدم خلال أول عشر ثوانٍ من بدء الجهد، يعكس بدء استهلاك الخلايا العضلية للغلوكوز عبر ناقلات (GLUT-٤) المستقلة عن الأنسولين.

٣. يرتفع مستوى الغلوكوز في الدم ارتفاعًا متدرجًا ودالًّا إحصائيًا مع تصاعد شدة الجهد البدني، نتيجة تجاوز الإنتاج الكبدي للغلوكوز معدل الاستهلاك العضلي.

٤. يأخذ منحنى استجابة الغلوكوز للجهد المتدرج شكلًا غير خطي، يمر بثلاث مراحل: الاستجابة الأولية، فالتكيف، فالتعبئة القصوى.

٥. تظل قيم الغلوكوز في الدم خلال جميع مراحل الجهد ضمن الحدود الفسيولوجية المقبولة لدى الإناث الأصحاء، مما يعكس سلامة الاستجابة الأيضية للاعبات.

٤-٢ التوصيات:

١. الاستفادة من نتائج الدراسة في تخطيط برامج التدريب المقنّن للاعبات ألعاب القوى، بحيث تُراعى استجابة مستوى الغلوكوز عند توزيع شدة الحمل التدريبي.

٢. تعميم الفائدة من نتائج هذه الدراسة على فعاليات رياضية أخرى تعتمد على الجهد متدرج الشدة لدى الإعبات.

٣. توظيف النشاط البدني المقنّن في البرامج التأهيلية والعلاجية للمصابات باضطرابات الغلوكوز، مع مراعاة الفروق الفردية والاستجابة الفسيولوجية.

٤. إجراء دراسات تكميلية تتناول مرحلة الاستشفاء بعد الجهد البدني وعودة الغلوكوز إلى مستواه الطبيعي.

٥. إجراء دراسات تتناول أثر تناول الكربوهيدرات قبل وأثناء الجهد البدني على استجابة الغلوكوز لدى لاعبات ألعاب القوى.

٦. توسيع حجم العينة في الدراسات المستقبلية والمقارنة بين فئات عمرية ومستويات تدريبية مختلفة.

المصادر

١. عبد الفتاح، أبو العلا أحمد. (٢٠٢٠). علم الفسيولوجيا الرياضية. القاهرة: دار الفكر العربي، ص ٤٥.

٢. عوض، جمعة محمد. (٢٠٢٢). الأداء الرياضي والتحليل الفسيولوجي. بغداد: دار الحكمة للنشر، ص ١٠١.

٣. علاوي، محمد حسن، وعبد الفتاح، أبو العلا أحمد. (٢٠١٩). أسس التدريب الرياضي وتطبيقاته. بغداد: مطبعة جامعة بغداد، ص ١١٢.

٤. عزيز، أسعد عدنان. (٢٠٢٠). علم الحركة وعلاقته باللياقة البدنية. دمشق: دار المعارف، ص ٧٨.

٥. مهدي، أحمد كاظم. (٢٠٢١). التغذية والرياضة. بغداد: دار العلوم الحديثة، ص ٥٦.

٦. سعيد، وماجد. (٢٠٢٣). تأثير الجهد البدني على الغلوكوز في الدم. عمّان: دار الكتاب الجامعي، ص ١٠٢.

٧. وزارة الصحة السعودية. (٢٠٢٥). دليل الفحوصات المخبرية والتغذية الرياضية. الرياض: وزارة الصحة، ص ٣٣.

٨. صبري، أثير محمد. (٢٠١٩). التحليل الإحصائي في البحوث الرياضية. القاهرة: دار النهضة العربية، ص ٦٥.

٩. الحميد. (٢٠٢٢). الفسيولوجيا الرياضية وتطبيقاتها العملية. بغداد: دار الثقافة، ص ٨٩.

١٠. عبد الله، أحلام نجم. (٢٠٢٥). استجابة الجسم للجهد البدني والهرمونات. بغداد: مطبعة الجامعة المستنصرية، ص ٤٧.