# "تأثير استخدام المستشعرات الحركية القابلة للارتداء على تحسين التوقيت والتوافق الحركي ومستوى التعب المدرك (RPE) في سباحة الصدر لدى سباحي الإعاقة العقلية"

م.د / خلود امين علي امين *

**مقدمة البحث:**

شهدت العقود الأخيرة تحولاً جذرياً في طرق وأساليب التدريب الرياضى بفضل التقدم التكنولوجى المتسارع حيث أصبحت الأجهزة الرقمية والبرمجيات الذكية جزءاً لايتجزأ من تطوير الأداء الرياضى، ومن بين أبرز هذه التقنيات الحديثة المستشعرات الحركية القابلة للارتداء ( Wearable Motion Sensors) والتي تعتبر من أكثر الوسائل الحديثة التي تتيح إمكانية متابعة الأداء الحركي لحظة بلحظة، وتحليل الأنماط الحركية بدقة عالية وفي بيئات تدريبية طبيعية.

وتُعد هذه التكنولوجيا الحديثة من الابتكارات البارزة التي تسهم في تطوير الكفاءة المهارية وتحسين الأداء البدني لدى الرياضيين وتعديل الأخطاء الحركية في وقتها الفعلى، خاصة في الرياضات التي تعتمد على الأنماط الحركية المعقدة مثل رياضة السباحة (٢٨ : ١٨).

والمستشعرات الحركية القابلة للارتداء هي عبارة عن أجهزة صغيرة الحجم تُثبت على أجزاء مختلفة من الجسم (الذراعين، الجذع، الرجلين) لقياس البيانات الحركية كالسرعة، والتسارع، وزوايا المفاصل، وأنماط الحركة الديناميكية (١٧ : ١٦).

وتشير الدراسات الحديثة إلى أن توظيف تقنيات الإستشعار الحركى في السباحة ساهم في تطور ملحوظ حيث تم استخدامها لقياس التسارع الخطى في ثلاثة أبعاد (x,y,z) مما يسمح بتحديد سرعة وحركة السباح، كما تم استخدامها لتقييم كفاءة الضربات وعددها، وتحليل حركات الذراعين والتوقيت بين أجزاء الحركة وتحديد مواطن القصور والعمل على تصحيحها بشكل دقيق، وكذلك السرعة والمسافة المقطوعة والوقت المستغرق والكشف عن مؤشرات التعب خلال الأداء، الأمر الذى ساهم في تحسين عملية التغذية الراجعة واتخاذ قرارات تدريبية مستنيرة لتحسين الأداء ومتابعة التقدم (٣٢ : ٢٥٠).

* مدرس بقسم نظريات وتطبيقات الرياضات المائية بكلية علوم الرياضة بنات - جامعة الزقازيق

وتعتبر سباحة الصدر من أكثر الأنماط الحركية التي تتطلب تنسيقًا كبيراً بين الأطراف العلوية والسفلية، وتوافقاً عالياً بين توقيت ضربات الرجلين وحركات الذراعين والتنفس، كما أن عنصر التوقيت الحركي بين مراحل الأداء المختلفة يمثل عاملًا حاسمًا في جودة الأداء الفني وكفاءة الحركة.

ويشير "**مجدى عبده محمد**" **(٢٠١٨م)** إلى ان سباحة الصدر تعتبر من السباحات الصعبة نظراً لصعوبة التوقيت والتوافق بين الذراعين والرجلين، كما أن مقاومة الماء فيها تكون كبيرة مما يعوق حركة الجسم للأمام، والجدير بالذكر أن المرحلة الرجوعية في سباحة الصدر تكون داخل الوسط المائى خلافاً عن باقى طرق السباحات الأخرى وبالرغم من أنها أقل في مخرجات القدرة الميكانيكية للضربة وأبطأها في زمن أدائها لنوع السباق مقارنة بالطرق الأخرى، إلا أن سباحة الصدر تعتبر من أكثر السباحات التنافسية تحدياً للسباح لكى يتقن فن أدائها لتحقيق التزامن الأنسب للربط الحركى بين حركة أجزاء الجسم لأنها تحتاج إلى تحريك أجزاء مختلفة من الجسم في توقيت واحد وفى إتجاهات مختلفة حيث يتطلب أداؤها حركات مركبة وصعبة (١٠ : ١٤٥، ١٤٦).

كما يشير "**أبو العلا**" **(٢٠١١م)** ان التزامن الحركى الأنسب لنمط السباحين وطريقة السباح من العناصر الهامة التي تؤثر على أداء االسباح في تنظيم سرعة السباق وتحمل الأداء، لذا يلعب التزامن الحركى للسباح دوراً هاماً في الأداء الناتج لتحقيق الاستفادة المثلى للنقل الحركى بين حركات الأجزاء لجسم السباح وفى اتجاه هدف الحركة لتحقيق تقدم فاعل للجسم في الماء ( ١ : ٢٣٥).

ويذكر "**Morius Sommer**" **(٢٠١٤)** أن أكثر صفات التزامن ترجع إلى قدرة السباح على التحكم والتمييز الصحيح للإيقاع والتوقيت الخاص بالحركات الديناميكية الخاصة، كما أن التزامن يحدد قدرة السباح في التأكد من أن الضربات تحتفظ بإستمرارية القوة الدافعة لها (٢٩ : ١٤٢).

وتزداد أهمية هذه الجوانب عند التعامل مع سباحي الإعاقة العقلية، نظرًا لحاجتهم إلى استراتيجيات تدريبية دقيقة متخصصة ومتكاملة تراعي خصائصهم الفردية وقدراتهم العقلية والحركية، وفي هذا السياق تشير الأدبيات والدراسات الحديثة إلى أن هؤلاء السباحين قد يعانون من ضعف في التوقيت الحركي والتوافق العضلي العصبي، مما قد يؤدي إلى تباطؤ الأداء وارتفاع مستويات التعب، وذلك نتيجة لوجود تحديات إضافية تتعلق بالإدراك الحسي والتناسق العصبي العضلي (٩ : ١٤٥-١٤٧).

وفي ظل هذه التحديات، تأتي الحاجة إلى إستخدام وسائل تكنولوجية تمكن من التقييم الموضوعى للأداء الحركى والتي تتمثل في المستشعرات الحركية القابلة للارتداء حيث أنها تسهم في توفير بيانات لحظية حول زوايا المفاصل وتوقيت الضربات والسرعة اللحظية، مما يساعد على تقييم وتحسين كفاءة التوقيت والتوافق الحركي لدى هذه الفئة، كما أن هذه الأجهزة تتيح قياسات دقيقة لكل

مرحلة من مراحل السباحة، مما يوفر بيانات موضوعية تُستخدم في تطوير خطة التدريب (٧ : ٩٥، ٩٦).

كما تسهم هذه التقنية التكنولوجية الحديثة في تقليل نسب الإجهاد والإرهاق من خلال مراقبة شدة الأداء ومدى استجابة الجسم له، وبالتالي تتيح للمدرب القدرة على اتخاذ قرارات فورية لتعديل الحمل التدريبي وضبط مكونات الأداء المهارى بما يتناسب مع قدرات وإمكانات السباحين من ذوي الإعاقة العقلية، وتساعد هذه البيانات أيضاً في تصميم برامج تدريب فردية قائمة على الأداء الفعلي بدلاً من التقديرات النظرية (٢٨ : ١٠١، ١٠٢).

ويُعد التوقيت والتوافق الحركي من أبرز مكونات الأداء المؤثرة على الكفاءة العامة في سباحة الصدر، حيث أن ضعف التوافق بين حركتي الذراعين والرجلين يؤدي إلى تباطؤ في الانتقال الحركي، وزيادة مقاومة الماء، وبالتالي انخفاض مستوى الإنجاز، وتزداد أهمية هذا العامل لدى سباحي الإعاقة العقلية الذين يحتاجون إلى دعم خاص في تنمية المهارات التوافقية.

وانطلاقاً مما سبق تتجلى مشكلة البحث الحالي في أن العديد من برامج تدريب السباحة التقليدية المقدمة لسباحي الإعاقة العقلية لا تعتمد على أدوات تكنولوجية دقيقة في تحليل الأداء الحركي، ولا تأخذ بعين الاعتبار الفروق الفردية الدقيقة في التوقيت والتوافق ومستوى التعب، مما يؤدي إلى نتائج محدودة وضعف في التحسن المهارى، والذى ينعكس على المستوى الرقمى لسباحى الإعاقة العقلية.

كما لاحظت الباحثة مستوى أداء سباحي الإعاقة العقلية خلال البطولات التدريبية والأنشطة التي أقيمت على مستوى الأندية المصرية، وتبين وجود ضعف واضح في كفاءة ضربات الرجلين، وعدم اتساق الحركات، وغياب التناسق الزمني بين أجزاء الحركة، إلى جانب ظهور علامات التعب السريع أثناء الأداء، مما يُؤثر سلباً على مستوى الإنجاز.

بناء عليه ومن خلال خبرة الباحثة وعملها في مجال تعليم وتدريب السباحة برزت الحاجة إلى تطوير أداء سباحي الإعاقة العقلية في سباحة الصدر من خلال أساليب تدريبية تعتمد على تقنيات حديثة، تساعد على تحسين توقيت الضربات والتوافق الحركي، مع متابعة موضوعية لمستوى التعب، وتقديم تغذية راجعة دقيقة، بإستخدام مقاييس موضوعية مثل مقياس RPE (Rating of Perceived Exertion)، مما يُسهم في تقنين الحمل التدريبي والوقاية من الإجهاد الزائد، ومن ثم تصميم برنامج تدريبي أكثر فاعلية وملاءمة لسباحى الإعاقة العقلية البسيطة يسهم في تحسين تلك الجوانب الجوهرية من الأداء وهو ما يمكن أن توفره تكنولوجيا المستشعرات القابلة للارتداء.

**هدف البحث :**

يهدف هذا البحث الى إستخدام المستشعرات الحركية القابلة للإرتداء والتعرف على تأثيرها على تحسين الأداء المهارى والمستوى الرقمى في سباحة الصدر لدى سباحى الإعاقة العقلية البسيطة ممن تتراوح أعمارهم الزمنية مابين (١٦: ١٨) سنة، وتتراوح درجة ذكائهم مابين (٥٠: ٧٠) درجة وذلك من خلال:

- تحسين التوقيت الحركي بين حركات الذراعين والرجلين في سباحة الصدر لدى سباحى الإعاقة العقلية البسيطة.
- تحسين مستوى التوافق الحركي في سباحة الصدر لدى سباحى الإعاقة العقلية البسيطة.
- تقييم فاعلية المستشعرات القابلة للارتداء في تقليل الجهد المدرك.
- تقييم أثر تطبيق المستشعرات الحركية على تحسين الأداء ومن ثم تحسين المستوى الرقمى لسباحى الإعاقة العقلية البسيطة.

**فروض البحث:**

١. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطى القياسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في تحسين التوقيت الحركى في سباحة الصدر للسباحين ذوى الإعاقة العقلية البسيطة لصالح القياس البعدي.

٢. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطى القياسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في تحسين التوافق الحركي في سباحة الصدر للسباحين ذوى الإعاقة العقلية البسيطة لصالح القياس البعدي.

٣. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطى القياسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في مستوى التعب المدرك (RPE) في سباحة الصدر للسباحين ذوى الإعاقة العقلية البسيطة لصالح القياس البعدي.

٤- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطى القياسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في المستوى الرقمى لسباحة الصدر للسباحين ذوى الإعاقة العقلية البسيطة لصالح القياس البعدى.

**مصطلحات البحث:**

**المستشعرات الحركية القابلة للارتداء (Wearable Motion Sensors):**

هي أجهزة تقنية صغيرة الحجم تُرتدى على الجسم، تحتوي على مستشعرات مثل مقياس التسارع والجيروسكوب ومستشعرات الموقع، وتستخدم لرصد وتسجيل الأنماط الحركية للجسم أثناء الأداء البدني، وتساعد هذه الأجهزة في تحليل الأداء الحركي بدقة عالية من خلال جمع بيانات في

الوقت الحقيقي، وتعد أداة فعالة في التدريب الرياضي، خصوصًا في السباحة، حيث تمكن من تتبع جودة الضربات، وزوايا الحركة، ومدى الاتزان والتكرار الحركي (٣٥: ٢٧).

**التوقيت في السباحة (Timing in Swimming):**

التوقيت في السباحة يشير إلى القدرة على تنفيذ الحركات في اللحظة الزمنية المناسبة داخل دورة السباحة، بما يشمل التنسيق بين ضربات الذراعين وحركات الرجلين والتنفس، والتوقيت الجيد يسهم في تقليل المقاومة وتحسين الدفع وتحقيق الكفاءة القصوى في الأداء (٢٦ : ٢١٥).

**التوافق الحركي (Motor Coordination in Swimming):**

يقصد به القدرة على تنسيق الحركات بين الأطراف العليا والسفلى والجذع والرأس خلال أداء المهارة، وهو عنصر حاسم لتحقيق السلاسة والانسياب وتقليل الفقد الحركي خلال الأداء (١٣ : ٢٦٤).

**مستوى التعب المدرك RPE (Rate of Perceived Exertion):**

هو مقياس نفسى يستخدم لتقيم مدى شدة الإجهاد البدنى الذى يشعر به الرياضى أثناء أو بعد المجهود، ويعتمد على إدراكه الذاتي دون قياس مباشر (٤٣ : ٤٠٤).

**الإعاقه العقليه:**

**تعريف الجمعية الأمريكية للإعاقات العقلية** "إعاقة تتميز بانخفاض ملحوظ فى كل من الأداء العقلى، والسلوك التكيفى الذين تمثلهما المهارات المفاهيمية، والاجتماعية، والتكيفية العملية وهذه الإعاقة تظهر قبل بلوغ الفرد الثامنة عشرة من عمره" (٤).

**الدراسات المرتبطة:**

١- **دراسة " Ribeiro,j.et al" (٢٠٢٢م)(٣٥)** تهدف هذه الدراسة فحص العلاقة بين الإدراك الذاتي للتعب ومؤشرات الإجهاد البدنى أثناء الأداء في سباحة ١٠٠م واستخدم الباحث المنهج التجريبى واشتملت عينة البحث علي(١٥) سباحاً دولياً وأشارت النتائج إلى أن مقياس التعب أظهر دقة جيدة في التنبؤ بمستوى الإجهاد الفسيولوجى ويمكن استخدامه في مراقبة الحمل التدريبى.

٢- **دراسة "ايمان عبد الحميد الرفاعى" (٢٠٢١م) (٣)** تهدف هذه الدراسة قياس أثر تدريبات تحسين التوافق الحركى على تقليل مستوى التعب والارهاق لدى ذوى الإعاقة العقلية واستخدمت الباحثة المنهج التجريبى واشتملت عينة البحث علي(١٢) طفلاً من ذوى الإعاقة العقلية البسيطة وأشارت نتائج البحث إلى أن التدريبات ساهمت في تحسين التوافق وتقليل مؤشر الإرهاق المدرك بنسبة ملحوظة.

٣- **دراسة "Seifert, L.al." (٢٠٢٠م) (٣٧)** بهدف تقييم فعالية إستخدام المستشعرات الحركية القابلة للإرتداء IMUS في تحليل الأداء الحركى للسباحين، واستخدم الباحث المنهج التجريبى

واشتملت عينة البحث على (١٠) سباحين محترفين وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن المستشعرات الحركية أظهرت دقة عالية في رصد الحركات الدقيقة للذراعين والرجلين وساهمت في تحديد نقاط الضعف لتحسين الأداء.

٤- **دراسة "محمد رجب الخطيب" (٢٠١٩م) (١١)** تهدف هذه الدراسة إلى تنمية القدرات الحركية والمهارية لدى السباحين من فئة الإعاقة العقلية واستخدم الباحث المنهج شبه تجريبى واشتملت عينة البحث علي(١٠) سباحين إعاقة عقلية بسيطة – متوسطة وأشارت نتائج البحث إلى تحسن واضح في الأداء الفني والبدنى بعد تطبيق البرنامج وأوصى بإستخدام أساليب حديثة أكثر تفاعلية.

٥- **دراسة "Schnitzler,.et al" (٢٠١٨م) (٣٦)** بهدف دراسة العلاقة بين التوقيت الحركى وكفاءة الأداء في سباحة الصدر واستخدم الباحث المنهج الوصفى واشتملت عينة البحث علي(١٢) سباحاً من الذكور والإناث وأكدت النتائج أن هناك علاقة طردية قوية بين دقة التوقيت بين حركات الذراعين والرجلين وزيادة الكفاءة الحركية والسرعة.

٦- **دراسة " Dadashi, F. et al" (٢٠١٦م) (١٧)** هدفت الدراسة إلى استخدام المستشعرات الحركية لتحديد توقيت مراحل السباحة وتحليل نمط الحركة واستخدم الباحث المنهج التجريبى بإستخدام تحليل البيانات الحركية واشتملت عينة البحث علي(٨) سباحين وأظهرت النتائج أن المستشعرات استطاعت تصنيف مراحل السباحة بدقة عالية بلغت ٩١٪ مما يوفر معلومات دقيقة للمدربين عن التوقيت الحركى.

**وقد استفادت الباحثة من الدراسات المرتبطة في**

اختيار موضوع البحث وتصميم أبعاد ومحتوي البرنامج التدريبي، بالإضافة إلى تحديد مايرتبط بخطة البحث واختيار العينة والمنهج المناسب وصياغة الأهداف والتساؤلات، إلى جانب أدوات البحث المناسبة وكذلك الاستفادة بما توصلت اليه من نتائج فى تفسير ومناقشة نتائج البحث الحالى.

**اجراءات البحث:**

**أولا: منهج البحث:**

استخدمت الباحثة المنهج التجريبي ذو القياس القبلي – البعدي لمجموعة تجريبية واحدة وذلك لملائمته لطبيعة البحث.

**ثانيا:مجتمع وعينة البحث:**

يتمثل مجتمع البحث في السباحين ذوى الإعاقة العقلية البسيطة (القابلين للتعلم) من أبطال مصر للسباحة المسجلين بالإتحاد الرياضى المصرى للإعاقات الذهنية والمقيدين بالنادى الأهلى خلال الموسم الرياضى (٢٠٢٤/ ٢٠٢٥م) والبالغ عددهم ٣٠ سباح من الذكور في مرحلة عمرية تحت

(٢٠) سنة حيث تتراوح أعمارهم الزمنية بين (١٦ : ١٨) سنة وتتراوح درجة ذكائهم مابين (٥٠: ٧٠ ) درجة على مقياس ستانفورد بينيه، بلغ عدد العينة الأساسية (٢٠) سباح تم إختيارهم بالطريقة العمدية بالإضافة إلى المجموعة الإستطلاعية عددها (١٠) سباحين من خارج عينة البحث لإجراء الدراسة الإستطلاعية.

**تجانس مجتمع البحث:**

تم ايجاد التجانس بين افراد مجتمع البحث في جميع المتغيرات قيد البحث كما هو موضح بالجدول (١):

**جدول (١)**

**المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري والوسيط ومعامل الالتواء للمجتمع البحث(التجانس)**

**ن=٣٠**

| المتغيرات | | | وحدة القياس | المتوسط | الانحراف | الوسيط | معامل الالتواء |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المتغيرات الاساسية | | السن | سنة | ١٧,٢٠ | ٠,٧١ | ١٧ | ٠,٨٤ |
| | | الطول | سم | ١٦٠,٧٦ | ٢,٠٤ | ١٦١ | ٠,٣٥- |
| | | الوزن | كجم | ٦١,٦٦ | ٢,٧٥ | ٦٢,٥٠ | ٠,٩١- |
| | | الذكاء | درجة | ٦١,٦٠ | ٦,٣٠ | ٦٠ | ٠,٧٦ |
| | | العمر التدريبي | درجة | ٥,٠٣ | ٠,٧١ | ٥ | ٠,١٢ |
| المتغيرات البدنية | | اختبار قوة عضلات الرجلين | كجم | ٦٩,٢٣ | ٣,٩٣ | ٦٩ | ٠,١٧ |
| | | اختبار قوة عضلات الظهر | كجم | ٥٨,٣٣ | ٥,٦٢ | ٥٧,٥٠ | ٠,٤٤ |
| | | قوة قبضة اليمني | كجم | ٣٥,٧٦ | ١,٩٩ | ٣٦ | ٠,٣٦- |
| | | قوة قبضة اليسرى | كجم | ٣١,٨٦ | ٢,٠٦ | ٣١,٥٠ | ٠,٥٢ |
| | | اختبار ثني الجذع من الوقوف | سم | ٤,٦٠ | ١,٥٦ | ٤ | ١,١٥ |
| | | اختبار ثني الجذع من الجلوس | سم | ٣,٥٠ | ١,٤٧ | ٣ | ١,٢٢ |
| | | اختبار نط الحبل | عدد | ١١,٣٦ | ٠,٨٥ | ١١ | ١,٢٧ |
| | | اختبار العدو ١٠٠ من البدء الطائر | ث | ٢٠,٠٣ | ١,٥٨ | ٢٠ | ٠,٠٥ |
| | | اختبار الوثب العمودي من الثبات | سم | ٢٠,٠١ | ٢,٠٥ | ٢٠ | ٠,٠١ |
| | | اختبار ثني الذراعين من الانبطاح المائل | عدد | ١١,٣٦ | ١,٦٥ | ١٢ | ١,١٦- |
| | | اختبار الجلوس من الرقود | عدد | ١٢,٦٦ | ٠,٧٥ | ١٢,٥٠ | ٠,٦٤ |
| المتغيرات المهارية | التوقيت | زمن الدورة | ث | ١,٥٤ | ٠,١٦ | ١,٥٠ | ٠,٧٥- |
| | | زمن السحب | ث | ٠,٥١ | ٠,١٦ | ٠,٥٠ | ٠,١٨- |
| | | زمن الركلة | ث | ٠,٧٩ | ٠,٠٩ | ٠,٧٧ | ٠,٦٦ |
| | | زمن الانزلاق | ث | ٠,٤١ | ٠,٠٥ | ٠,٤٠ | ٠,٦ |
| | | الفارق الزمني بين نهاية السحب وبداية الركلة | ث | ٠,٢٨ | ٠,١٣ | ٠,٢٩ | ٠,٢٣- |
| | | اختبار زمن دورة السباحة كاملا | ث | ١,٧١ | ٠,٢٧ | ١,٦٧ | ٠,٤٤ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | التوافق | اختبار التنسيق الذراعين والرجلين تحت الماء | ث | ٦,٤٠ | ١,٢٤ | ٦ | ٠,٩٦ |
| سباحة الصدر ١٠٠متر | | | ث | ١,٩٢ | ٠,٢٠ | ٢ | ١,٢- |
| مقياس التعب | | | درجة | ٣٧,٩٠ | ٢,٨٥ | ٣٨ | ٠,١٠- |

يتضح من جدول (١) ان جميع المتغيرات قيد البحث ينحصر ما بين ±٣ مما يدل علي تجانس مجتمع البجت

**ثالثا: أدوات جمع البيانات:**

قامت الباحثة بتحديد الأدوات والوسائل التى تم الاستعانة بها فى جمع البيانات وهى كالأتى:

**١- الأجهزة والأدوات:**

- جهاز inbody لقياس الطول والوزن (سم). مرفق (٥)
- ساعة توقيت إلكترونية دقيقة لقياس الزمن لأقرب (٠,٠١ثانية).
- ديناموميتر لقياس القوة العضلية (بالكيلو جرام)
- صندوق اختبار لإستخدامه في اختبار ثنى الجذع لقياس المرونة.
- أحبال لإستخدامها أثناء قياس إختبار التوافق.
- أقماع لإستخدامها في قياس السرعة.
- مسطرة مدرجة.
- شريط لقياس المسافات.
- لوحة قياس لإستخدامها أثناء إختبار القدرة العضلية.
- بساط مبطن لإستخدامه أثناء إختبار التحمل.
- حمام سباحة.
- المستشعرات الحركية القابلة للإرتداء (Wearable Motion Sensors): من نوع IMUs (Inertial Measurement Units)، موديل Sensor Dot by Byteflies، لقياس الزوايا الحركية والتسارع، السرعة، توقيت الحركة، والتوازن والتوافق أثناء الأداء.
- برنامج التحليل الحركي "MATLAB" لتحليل البيانات الحركية المسجلة من المستشعرات.
- كاميرا تصوير فيديو عالية السرعة (٦٠ إطار / ثانية) لتسجيل الأداء المهارى للمقارنة بين القياس القبلى والبعدى.
- جهاز لاب توب.

**٢- الإستبيانات والإستمارات:**

- مقياس **RPE (Rate of Perceived Exertion)**: لقياس مستوى التعب المدرك ذاتياً لدى السباحين بعد كل وحدة تدريبية. مرفق (١٠)
- إستمارة تقييم مستوى الأداء المهارى: تشمل تقييم أداء ضربات الرجلين وحركات الذراعين والتوقيت والتوافق الحركى في سباحة الصدر. مرفق (٧)
- إستمارة الإختبارات الخاصة بالمتغيرات البدنية. مرفق (٦)
- إستمارة تسجيل التوقيت الزمنى: لتحديد مستوى الإنجاز في زمن السباق ١٠٠م صدر. مرفق (٧)

**٣- الإختبارات البدنية: مرفق (٦)**

- القوة العضلية: (اختبار قوة عضلات الرجلين (كجم) ، اختبار قوة عضلات الظهر (كجم) ، اختبار قوة القبضة لليدين بالدينامو ميتر (كجم)
- المرونة: (اختبار ثنى الجذع للأمام من الوقوف (سم) ، اختبار ثنى الجذع للأمام من الجلوس طولاً (سم)
- التوافق: اختبار نط الحبل (عدد)
- السرعة: اختبار العدو ١٠٠م من البدء الطائر (ثانية)
- القدرة العضلية: (اختبار الوثب العمودى من الثبات (سم)
- التحمل: (اختبار ثنى الذراعين من الانبطاح المائل (عدد) - اختبار الجلوس من الرقود (عدد)

**٤- الإختبارات المهارية والمقاييس المستخدمة:**

- إختبار زمن سباق ١٠٠ م صدر عن طريق لجنة تحكيم مكونة من (٣) مدربين. مرفق (١)
- مقياس RBE. مرفق (١٠)

٥- **البرنامج التدريبى المقترح من قبل الباحثه** . مرفق (٩)

**رابعا: الخطوات التمهيدية والإجراءات التنفيذية للبحث:**

**أ- الإجراءات الإدارية:**

- الحصول على موافقة المدير التنفيذي والمدير الإدارى للنادى الأهلى لتطبيق إجراءات البحث والإطلاع على سجلات اللاعبين للحصول على البيانات اللازمة لإجراءات البحث. مرفق (٢)
- الحصول على موافقة المدير الفني لمنتخب مصر للسباحة بالنادى الأهلى. مرفق (٣)
- الحصول على موافقة أولياء الأمور على مشاركة أبنائهم فى البحث. مرفق (٤)

**ب- الإجراءات التنفيذية:**

**١- التحليل الحركى بإستخدام المستشعرات الحركية القابلة للارتداء Wearable Motion Sensors:**

- **اعداد بيئة القياس والتسجيل:**

- تم التعاون مع المدير الفني لجهاز ذوى القدرات الخاصة ومنتخب مصر للسباحة ومدربي الفريق بالنادى الأهلى، لتحديد أفضل الظروف والطريقة المناسبة لتطبيق الإختبارات والتدريبات وتركيب الأجهزة لسباحى الإعاقة العقلية (عينة البحث)

- تم تجهيز المستشعرات الحركية القابلة للارتداء (IMUs) والتي تتضمن مجسات مقياس التسارع (Accelerometer) لقياس التسارع والجيروسكوب (Gyroscope) لقياس الدوران وزوايا الإنحراف ولتتبع الحركة الدقيقة للأطراف السفلية والعلوية وقياس وتحليل أداء السباحين، وكذلك المغناطيسية الأرضية (Magnetometer) لتحديد الاتجاه ويتم تثبيت كل مستشعر على مكان محدد من جسم السباح (القدمين، الساقين، الفخذ، أسفل الظهر، الجذع، والذراعين، بما يضمن قياساً دقيقاً للحركة والزوايا والتوقيت الزمنى والتوافق الحركى خلال أداء سباحة الصدر.

- تم تثبيت المستشعرات بإستخدام أشرطة طبية غير قابلة للانزلاق لضمان الثبات أثناء الأداء داخل الماء.

- يوجد داخل كل مستشعر وحدة تخزين وبلوتوث لربطة بجهاز اللاب توب.

- تم معايرة المستشعرات وربطها ببرنامج التحليل الحركي المخصص "MATLAB" عبر البلوتوث لتسجيل البيانات الحركية والزمنية المسجلة من المستشعرات وتحليلها في الزمن الحقيقي ويتم تسجيل الحركات بدقة عالية مثل:

- عدد الضربات.
- زاوية الحركة.
- السرعة اللحظية
- وقت التوقف والإنتقال بين المراحل.
- التوقيت الصحيح والتوافق بين الذراعين والرجلين.
- سرعة الدوران لكل من الذراعين والرجلين.
- زمن الدورة الواحدة (Stroke Cycle Time).
- تقييم الأداء لسباحة الصدر ككل بإستخدام تقارير لحظية.

- عقب الأداء تقوم المستشعرات بنقل البيانات إلى برنامج التحليل (MATLAB)، ثم يقوم البرنامج بتحويل البيانات إلى رسومات بيانية للحركة وبحسب الزوايا وسرعات أجزاء

الجسم، ويكشف عن أية إنحرافات أو مشاكل في التكنيك، وإجراء محاكاة فعلية للأداء الحركي.

- كما تم إستخدام كاميرا فيديو عالية الجودة لتوثيق الأداء المهارى أثناء التطبيق وذلك بهدف الحصول على تسجيلات مرئية دقيقة تساعد في المتابعة الدقيقة للأداء وتستخدم كمرجع للتحقق من صحة البيانات المستخرجة من المستشعرات.
- قامت الباحثة بعقد جلسات تعريفية مبسطة للسباحين المشاركين لشرح وتوضيح مفهوم المستشعرات والهدف من إستخدامها وكيفية تركيبها وطبيعة التدريبات المطلوبة، كما قامت أيضاً بشرح طريقة الأداء المطلوبة.
- تم إجراء التحليل خلال الوحدات التدريبية في حمام السباحة الأولمبي بالنادي الأهلي، تحت إشراف المدربين المختصين وبوجود فريق الباحثة لضبط الأجهزة وتسجيل البيانات، وجاءت خطوات التقييم المهارى كالأتى:

- تم إجراء اختبار أولي لكل سباح لتحديد النمط الحركي الأساسي في سباحة الصدر.
- تم تسجيل أداء السباحين في ثلاث محاولات متتالية لمسافة( ٢٥م، ٥٠م ) لسباحة الصدر بإستخدام المستشعرات وتم تحليل التوقيت الكلى وتوقيت ضربات الرجلين وحركات الذراعين، وزمن التوافق بين الذراعين والرجلين مع تحليل الزوايا والسرعات والانحرافات في الحركات.
- تم جمع البيانات بإستخدام نظام التحليل المباشر للمستشعرات حيث يتم تصدير بيانات الحركة بصيغة CSV ومعالجتها عبر برنامج التحليل الإحصائى SPSS لإستخلاص الفروق بين القياسات القبلية والبعدية.

**٢- تقييم مستوى التعب المدرك (RPE):**

- تم إستخدام مقياس Borg المبسط من (٠ : ١٠) لقياس مستوى التعب المدرك لدى السباحين مباشرة بعد أداء التمرينات.
- تم تدريب السباحين (عينة البحث) على كيفية استخدام المقياس لفظياً وبصرياً مع التأكيد على فهم كل درجة:

0 = راحة تامة.

5 = تعب معتدل.

10 = أقصى تعب ممكن.

- طلب من كل سباح تحديد شعوره بدرجة التعب بعد نهاية كل وحدة تدريبية وتم تدوين النتائج ضمن استمارة مخصصة.

**٣- بناء البرنامج التدريبى:**

- قامت الباحثة ببناء البرنامج التدريبى بناءً على البيانات المستخلصة من قراءة المستشعرات الحركية ونتائج التحليل وقامت بتصميم تدريبات تصحيحية موجهة باستخدام التغذية الراجعة الفورية.
- تم تطوير برنامج تدريبي فردي لكل سباح بناءً على أوجه القصور التي كشفتها البيانات الحركية، وذلك من خلال إدخال البيانات والمعلومات الخاصة بكل سباح بشكل منفصل واستخراج النتائج التنبؤية المتعلقة بالأداء، وتم دمج هذه التحليلات في برمجة خطة تدريبية متكيفة.

**البرنامج التدريبى المقترح: مرفق (٩)**

تم الإستعانة في بناء البرنامج التدريبى ببعض المراجع العلمية الحديثة العربية والأجنبية يالإضافة إلى الأدلة الإسترشادية للتدريب بإستخدام التكنولوجيا القابلة للإرتداء التي تتناسب مع هدف البحث واعتمدت الباحثة على النتائج المستخلصة من التحليلات الحركية التي تم جمعها بإستخدام المستشعرات الحركية القابلة للإرتداء (IMUs) حيث ساعدت البيانات الدقيقة المستخرجة في تحديد أوجه القصور في التوقيت والتوافق الحركى وكفاءة ضربات الرجلين ومن ثم توجيه التدريبات لمعالجة هذه الجوانب وتعزيز الأداء المهارى والتقليل من مظاهر الإجهاد إعتماداً على بيانات مقياس التعب المدرك RBE، كما تم مراعاة أن التدريبات تتناسب مع القدرات العقلية والمهارية لسباحى ذوى الإعاقة العقلية البسيطة، كما تم وضع التخطيط الزمنى لمحتوى البرنامج التدريبى للمجموعة عينة البحث والتى تتناسب أيضاً مع هدف البحث وكانت مدة البرنامج (١٢) أسبوع بواقع (٣) وحدات أسبوعية تم تنفيذها في فترتى الإعداد الخاص والإعداد للمنافسات مع البرنامج التدريبى الأساسى للسباحين من قبل مدربهم.

**التخطيط الزمنى لمحتوى البرنامج التدريبى المقترح:**

- عدد وحدات التدريب خلال فترة تنفيذ البرنامج (٣ شهور) ١٢ أسبوع .
- عدد وحدات التدريب خلال الأسبوع (٣) وحدة تدريبية.
- عدد الوحدات التدريبية الكلية ٣ وحدات x ١٢ أسبوع = ٣٦ وحدة تدريبية.
- تم تنفيذ التجربة خلال مرحلتى الإعداد الخاص (٨ أسابيع) والإعداد للمنافسات (٤ أسابيع)
- زمن الوحدة التدريبية اليومية (٦٠) دقيقة.

**جدول (٢)**
**الخطة الزمنية لإجراءات البحث (اوك)**

| م | إجراءات البحث | الفترة الزمنية |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| ١ | **الدراسة الاستطلاعية** | ١٦، ٢٠٢٥/٢/١٨م |
| ٢ | **القياس القبلى** | ٢٠/ ٢٠٢٥/٢م |
| ٣ | **تنفيذ تجربة البحث الأساسية** | من ٢٠٢٥/٢/٢٣م<br>الى ٢٠٢٥/٥/٢٢م |
| ٤ | **القياس البعدى** | ٢٠٢٥/٥/٢٥م |

**خطوات تنفيذ البحث:**

**الدراسة الاستطلاعية:**

قامت الباحثة بإجراء الدراسة الإستطلاعية على عينة البحث الإستطلاعية المسحوبة من داخل مجتمع البحث وخارج العينة الأساسية، وتم اختيارهم بالطريقة العشوائية وقوامها (١٠) سباحين وذلك فى يومى الأحد والثلاثاء الموافق ١٦، ٢٠٢٥/٢/١٨م في تمام الساعة ٤ عصراً داخل النادى الأهلى فرع مدينة نصر **بهدف:**

- التأكد من صلاحية أدوات القياس والأجهزة المستخدمة.
- استخدام المستشعرات الحركية القابلة للإرتداء لمراقبة جودة الأداء وضبط توقيتات التسجيل، مع تسجيل فيديوهات لأداء السباحين بواسطة الكاميرا عالية الدقة ومقارنتها بتحليلات المستشعرات للتأكد من دقة البيانات.
- رؤية مدى صلاحية الإختبارات المستخدمة وملائمتها للعينة.
- استكشاف الصعوبات التي من الممكن أن تواجه الباحثة خلال تنفيذ تجربة البحث الأساسية.
- التعرف على مدى استيعاب سباحى ذوى الإعاقة العقلية للتعليمات والطريقة الأمثل لتوصيلها لهم بما يتناسب مع قدراتهم العقلية.
- تقدير الزمن اللازم لتنفيذ كل إختبار وتحديد التوقيت والمدة للوحدة التدريبية المناسبة للدراسة.
- التأكد من ملائمة التدريبات للعينة المختارة.
- تدريب المساعدين على كيفية القياس وطرق جمع البيانات.

**وأسفرت نتائج الدراسة الإستطلاعية على:**

- أظهرت البيانات أن الأجهزة والمستشعرات تعمل بكفاءة دون أخطاء في القياس.
- تجاوب السباحين مع مقياس التعب المدرك بشكل جيد بعد التبسيط وشرح عناصره بصرياً.
- تم التحقق من صدق وثبات الأدوات.
- تم إجراء بعض التعديلات البسيطة على توقيت بعض التدريبات لضمان التدرج في الحمل.
- تم التأكد من صلاحية البرنامج التدريبى بما يتلاءم مع طبيعة العينة

**المعاملات العلمية للإختبارات البدنية والمهارية:**

## أولاً: الصدق

### صدق المقارنة الطرفية :

قامت الباحثة بحساب صدق الاختبارات طريقة صدق المقارنة الطرفية وذلك بترتيب درجات أفراد عينة البحث ترتيباً تنازلياً من الأقل إلى الأعلى وتم تقسيمهم إلى إرباعيات وتمت المقارنة بين الربيع الأعلى والربيع الأدنى في هذه الاختبارات ، ويوضح ذلك جدول (٣):

**جدول (٣)**
**معامل صدق التمايز بين دلالة الربعيات الأعلي والادني**
**في المتغيرات قيد البحث**

ن=١٠

| المتغيرات | | وحدة القياس | الربعيات الأعلي | الربعيات الأدني | متوسط الرتب | | قيمة (Z) من اختبار مان وتيني | قيمة (ت) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | م | م | (١) | (٢) | | |
| المتغيرات البدنية | اختبار قوة عضلات الرجلين | كجم | ٧٣ | ٦٥,٨٠ | ٨ | ٣ | ٢,٦٢٧- | ٠,٠٠٩ |
| | اختبار قوة عضلات الظهر | كجم | ٦٣,٦٠ | ٥٥ | ٨ | ٣ | ٢,٦٢٧- | ٠,٠٠٩ |
| | قوة قبضة اليمني | كجم | ٣٨ | ٣٣,٨٠ | ٨ | ٣ | ٢,٦٦٠- | ٠,٠٠٨ |
| | قوة قبضة اليسرى | كجم | ٣٥,٦٠ | ٣٠,٦٠ | ٨ | ٣ | ٢,٦٥٢- | ٠,٠٠٨ |
| | اختبار ثني الجذع من الوقوف | سم | ٧,٦٠ | ٣,٢٠ | ٨ | ٣ | ٢,٧٣٩- | ٠,٠٠٦ |
| | اختبار ثني الجذع من الجلوس | سم | ٦,٢٠ | ٢,٤٠ | ٨ | ٣ | ٢,٦٩٤- | ٠,٠٠٧ |
| | اختبار نط الحبل | عدد | ١٠,٤٠ | ١٢,٢٠ | ٨ | ٣ | ٢,٧٣٩- | ٠,٠٠٦ |
| | اختبار العدو ١٠٠ من البدء الطائر | ث | ٢١,٦٠ | ١٨,٨٠ | ٨ | ٣ | ٢,٦٦٨- | ٠,٠٠٨ |
| | اختبار الوثب العمودي من الثبات | سم | ٢٢,٢٠ | ١٧,٨٠ | ٨ | ٣ | ٢,٦٨٨- | ٠,٠٠٨ |
| | اختبار ثني الذراعين من الانبطاح المائل | عدد | ١٣ | ٨,٦٠ | ٨ | ٣ | ٢,٦٨٥- | ٠,٠٠٧ |
| | اختبار الجلوس من الرقود | عدد | ١٣,٤٠ | ١١,٨٠ | ٨ | ٣ | ٢,٧٣٩- | ٠,٠٠٦ |
| المتغيرات المهارية | التوقيت زمن الدورة | ث | ١,٨٠ | ١,٤١ | ٨ | ٣ | ٢,٦٣٥- | ٠,٠٠٨ |
| | زمن السحب | ث | ٠,٨٠ | ٠,٣٦ | ٨ | ٣ | ٢,٦٦٠- | ٠,٠٠٨ |
| | زمن الركلة | ث | ٠,٩٢ | ٠,٧٦ | ٨ | ٣ | ٢,٦٨٥- | ٠,٠٠٧ |
| | زمن الانزلاق | ث | ٠,٤٦ | ٠,٣٦ | ٧,٩٠ | ٣,١٠ | ٢,٦١٢- | ٠,٠٠٩ |
| | الفارق الزمني | ث | ٠,١٢ | ٠,٤٠ | ٣ | ٨ | ٢,٦٤٣- | ٠,٠٠٨ |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | بين نهاية السحب وبداية الركلة | | | | | | |
| | | اختبار زمن دورة السباحة كاملا | ث | ٢,١٨ | ١,٤٨ | ٨ | ٣ | ٢,٦٣٥- | ٠,٠٠٨ |
| | التوافق | اختبار التنسيق الذراعين والرجلين تحت الماء | ث | ٧,٨٠ | ٤,٨٠ | ٨ | ٣ | ٢,٧١٢- | ٠,٠٠٧ |
| سباحة الصدر ١٠٠متر | | | ث | ٢,٢٢ | ١,٧٢ | ٨ | ٣ | ٢,٦٢٧- | ٠,٠٠٩ |

قيمة (ت) الجدولية عند مستوي ٠,٠٥

**داله إحصائيا عند مستوى معنوية < ٠.٠٥**

يتضح من جدول (٣) وجود فروق ذات دلالة إحصائية في الاختبارات قيد البحث بين الإرباعيين الأعلى والأدنى لصالح الإرباع الأعلى ، مما يعطي دلالة مباشرة علي صدق تلك الاختبارات.

**ثانياً: الثبات**

**جدول (٤)**

**معامل الارتباط بين التطبيق الأول والثاني على ثبات الاختبارات قيد البحث للعينة الاستطلاعية**

**ن= ١٠**

| المتغيرات | | وحدة القياس | التطبيق الاول | | اعادة التطبيق | | قيمة (ر) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | م | ع | م | ع | |
| المتغيرات البدنية | اختبار قوة عضلات الرجلين | كجم | ٦٩,٤٠ | ٤,٢٩ | ٧٠,٥٠ | ٤,١٦ | *٠,٦٦٣ |
| | اختبار قوة عضلات الظهر | كجم | ٥٩,٣٠ | ٥,٤٥ | ٥٩,٨٠ | ٥,٢٤ | *٠,٩٥٧ |
| | قوة قبضة اليمني | كجم | ٣٥,٩٠ | ٢,٤٦ | ٣٦,١٠ | ٢,٢٨ | *٠,٩٦٨ |
| | قوة قبضة اليسرى | كجم | ٣٣,١٠ | ٢,٩٢ | ٣٣,٤٠ | ٢,٧١ | *٠,٩٤٦ |
| | اختبار ثني الجذع من | سم | ٥,٤٠ | ٢,٣٦ | ٥,٥٠ | ٢,٢٧ | *٠,٩٩٢ |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الوقوف | | | | | | |
| | | اختبار ثني الجذع من الجلوس | سم | ٤,٣٠ | ٢,١٦ | ٤,٤٠ | ٢,٠٦ | *٠,٩٩٠ |
| | | اختبار نط الحبل | عدد | ١١,٣٠ | ١,٠٥ | ١١,٤٠ | ٠,٩٦ | *٠,٩٥٥ |
| | | اختبار العدو ١٠٠ من البدء الطائر | ث | ٢٠,٢٠ | ١,٦١ | ٢٠,١٠ | ١,٧٢ | *٠,٩٨٤ |
| | | اختبار الوثب العمودي من الثبات | سم | ٢٠ | ٢,٤٩ | ٢٠,٢٠ | ٢,٣٩ | *٠,٩٦٧ |
| | | اختبار ثني الذراعين من الانبطاح المائل | عدد | ١٠,٨٠ | ٢,٣٩ | ١٠,٩٠ | ٢,٣٣ | *٠,٩٩١ |
| | | اختبار الجلوس من الرقود | عدد | ١٢,٧٠ | ٠,٨٢ | ١٢,٨٠ | ٠,٩١ | *٠,٩٤٠ |
| المتغيرات المهارية | التوقيت | زمن الدورة | ث | ١,٦٠ | ٠,٢٢ | ١,٥٨ | ٠,٢٢ | *٠,٩٥٩ |
| | | زمن السحب | ث | ٠,٥٨ | ٠,٢٥ | ٠,٥٧ | ٠,٢٤ | *٠,٩٧٣ |
| | | زمن الركلة | ث | ٠,٨٤ | ٠,١٠ | ٠,٨٢ | ٠,٠٨ | *٠,٩٩٤ |
| | | زمن الانزلاق | ث | ٠,٤١ | ٠,٠٦ | ٠,٤٠ | ٠,٠٥ | *٠,٨٥٧ |
| | | الفارق الزمني بين نهاية السحب وبداية الركلة | ث | ٠,٢٦ | ٠,١٦ | ٠,٢٥ | ٠,١٧ | *٠,٩٤٠ |
| | | اختبار زمن دورة السباحة كاملا | ث | ١,٨٣ | ٠,٤١ | ١,٧٩ | ٠,٣٦ | *٠,٩٦٨ |
| | التوافق | اختبار التنسيق الذراعين والرجلين تحت الماء | ث | ٦,٣٠ | ١,٧٠ | ٦,٥٠ | ١,٥٠ | *٠,٨٣٥ |
| | | سباحة الصدر ١٠٠متر | ث | ١,٩٧ | ٠,٣١ | ١,٩٣ | ٠,٣٧ | *٠,٦٨٥ |

قيمة (ر) الجدولية عند مستوي ٠,٠٥= ٠,٦٣٢

يتضح من الجدول (٤) وجود علاقة ارتباطية بين كل التطبيق الاول واعادة التطبيق في المتغيرات البدنية والمهاري قيد البحث

**المعاملات العلمية : مقياس التعب**

**اولا: الصدق**

**جدول(٥)**
**صدق الاستبيان بين كل عبارة والمجموع المحور**

**ن= ١٠**

| التعب | |
|---|---|
| رقم العبارة | معامل الارتباط |
| ١ | *٠,٧٥٢ |
| ٢ | *٠,٧٩٩ |
| ٣ | *٠,٦٥٩ |
| ٤ | *٠,٦٤٩ |
| ٥ | *٠,٧٠٣ |
| ٦ | *٠,٨٢٢ |

قيمة (ر) الجدولية عند مستوي ٠,٠٥= ٠,٦٣٢

يتضح من الجدول (٥) توجد العبارات علاقة ارتباطية بين كل عبارة والمجموع المحور الذي ينتمي الية مما يدل علي صدق العبارات الاستبيان قيد البحث.

**ثانيا: ثبات مقياس التعب**

**جدول(٦)**

**معامل الاتباط بين القياسين التطبيق الاول واعادة التطبيق للاستبيان**

**ن=١٠**

| التعب | |
|---|---|
| رقم العبارة | معامل الارتباط |
| ١ | *٠,٩٨٨ |
| ٢ | *٠,٩٩٠ |
| ٣ | *٠,٩٨٦ |
| ٤ | *٠,٩٥٧ |
| ٥ | *٠,٩٧٣ |
| ٦ | *٠,٩٤٧ |
| المجموع الكلى | *٠,٩٧٧ |

قيمة (ر) الجدولية عند مستوي ٠,٠٥= ٠,٦٣٢

يتضح من الجدول (٦) وجود علاقة ارتباطية بين القياسين التطبيق الاول واعادة التطبيق مما يدل علي ثبات الاستبيان قيد البحث.

**الإطار العام لتطبيق البرنامج المقترح:**

**محتوى الوحدة التدريبيه:**

**١- الاحماء (١٠ ق):**

تم تقسيم هذا الجزء إلى تدريبات خارج وداخل الماء:

**(٥) دقائق خارج الماء:**

- تدريبات متنوعة واطالات لتهيئة الجسم والأجهزة الحيوية والمجموعات العضلية.

**(٥) دقائق داخل الماء:**

- تمرينات تنفس منتظمة داخل وخارج الماء.
- سباحة حرة خفيفة لمسافة ٥٠م.

**٢- الجزء الرئيسي (٤٥ ق):**

**تم تقسيم الجزء الرئيسى إلى:**

**١- تدريبات تحسين التوقيت الحركي (١٥ دقيقة):**

- تمارين سباحة الصدر بجزء واحد فقط (ضربات الرجلين فقط لمسافة ٢٥م).
- سباحة الصدر بذراع واحدة، ثم الذراع الأخرى (١٠ × ١٥م).
- استخدام مستشعرات IMUs على الركبة والكاحل لمتابعة زمن الضربة وتحسين التوقيت.
- مقاطع تغذية راجعة مباشرة بإستخدام المستشعرات (Real-time feedback) لتوقيت دخول اليدين وخروج الرجلين.

**٢- تدريبات تحسين التوافق الحركي (١٥ دقيقة):**

- أداء متسلسل لحركة الذراعين والرجلين مع توقيت زمني محدد باستخدام صافرة كل ٣ ثوانٍ.
- تمرينات "Pause Drill" لإيقاف السباح عند وضعية معينة وإعادة الضربة بدقة.
- سباحة صدر بطيئة بإشراف مباشر وتحليل الأداء عبر الفيديو والمستشعرات.

**٣- تدريبات تقليل التعب المدرك RPE (١٠ دقائق):**

- تقسيم التدريب إلى فترات عمل/ راحة (Interval Training) بنظام ٣٠:٣٠ (٣٠ ثانية عمل، ٣٠ راحة).
- استخدام التمرينات القصيرة منخفضة الشدة لتحفيز التكرار بدون إجهاد.

**٤- أداء سباحة الصدر كاملة بأقصى سرعة لمسافة ٥٠ متر لقياس الزمن مع تقديم تغذية راجعة فردية وأداء تصحيحى لكل سباح (٥ دقائق).**

**٣- الختام (٥ ق):**

يتضمن هذا الجزء سباحة خفيفة (Backstroke / Free) بسرعة بطيئة وثابتة لتحسين استرخاء العضلات بعد الإجهاد وتسمح بعودة ضربات القلب إلى حالتها الطبيعية.

**خامساً: تنفيذ تجربة البحث الأساسية:**

**القياس القبلى:**

قامت الباحثة بإجراء القياسات القبلية علي عينه البحث الاساسيه البالغ عددها (٢٠) سباح من ذوى الإعاقة العقلية وتم ايجاد التجانس بينهم في المتغيرات قيد البحث، وذلك يوم الخميس الموافق ٢٠٢٥/٢/٢٠م.

**تطبيق تجربة البحث الأساسية:**

قامت الباحثة بتطبيق تجربة البحث الأساسية بعد الانتهاء من الإجراءات الاستطلاعية والتأكد من صلاحية أدوات القياس ودقة المستشعرات الحركية المستخدمة وذلك خلال الفترة الزمنية من ٢٠٢٥/٢/٢٣م الى ٢٠٢٥/٥/٢٢م ولمدة (١٢) أسبوع بواقع (٣) وحدات أسبوعية زمن الوحدة (٦٠) دقيقة وذلك في أيام الأحد والثلاثاء والخميس فى تمام الساعة (٤) عصراً، وذلك وفقاً لمواعيد التدريب الخاصة لفريق السباحة ذوى القدرات الخاصة بالنادى الأهلى، وتضمنت كل وحدة تدريبات مهارية مائية وتدريبات أرضية مصممة خصيصًا لتحسين التوقيت الحركي والتوافق بين حركات الذراعين والرجلين، مع التركيز على تقليل الشعور بالإرهاق من خلال التدرج في الحمل التدريبي وذلك من خلال البرنامج التدريبى التي قامت الباحثة بإعداده إلى جانب برنامج المدرب وقد قامت الباحثة بالتدريب والتوجيه طوال فترة التطبيق، كما تم ارتداء المستشعرات الحركية (IMUs) في كل وحدة تدريبية، وتم توصيلها بالبرمجية التحليلية الخاصة لمتابعة التغيرات الزمنية والحركية للسباحين بشكل مباشر.

**القياسات البعدية:**

تم إجراء القياس البعدى في المتغيرات قيد البحث بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج التدريبى المقترح، وذلك يوم الأحد ٢٠٢٥/٥/٢٥م مع مراعاة نفس الشروط والظروف التي تم بها إجراء القياس القبلي.

**سادساً: المعالجات الإحصائية:**

**استخدمت الباحثة برنامج (*SPSS*) للمعالجات الإحصائية للبيانات:**

- المتوسط الحسابي.
- الوسيط .
- معامل الالتواء.
- الانحراف المعياري.
- معامل الارتباط .
- إختبار "ت".
- نسبة التحسن.

**وذلك لملائمة هذه المعاملات الإحصائية لطبيعة متغيرات البحث.**

**عرض ومناقشة النتائج:**

أولاً: عرض النتائج:

## جدول(٧)

## دلالة الفروق بين القاسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية للمتغيرات قيد البحث

ن=٢٠

| المتغيرات | | | وحدة القياس | القياس القبلي للمجموعة التجريبية | | القياس البعدي للمجموعة التجريبية | | قيمة (ت) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | م | ع | م | ع | |
| المتغيرات البدنية | | اختبار قوة عضلات الرجلين | كجم | ٦٩,١٥ | ٣,٨٥ | ٧٤,٢٠ | ٩,١٢ | ٢,٨٢٤ |
| | | اختبار قوة عضلات الظهر | كجم | ٥٧,٨٥ | ٥,٧٨ | ٦٣,٨٥ | ١١,٦٣ | ٢,٦٣٧ |
| | | قوة قبضة اليمني | كجم | ٣٥,٧٠ | ١,٧٨ | ٣٨,٧٥ | ٣,٩٤ | ٢,٦٩٥ |
| | | قوة قبضة اليسرى | كجم | ٣١,٢٥ | ١,١١ | ٣٥,٥٠ | ٥,٤٨ | ٣,٤٩٥ |
| | | اختبار ثني الجذع من الوقوف | سم | ٤,٢٠ | ٠,٧٦ | ٥ | ١,١٦ | ٣,٥٥٩ |
| | | اختبار ثني الجذع من الجلوس | سم | ٣,١٠ | ٠,٧٨ | ٣,٧٥ | ١,٠٦ | ٣,٣٢٢ |
| | | اختبار نط الحبل | عدد | ١١,٤٠ | ٠,٧٥ | ١٢,٩٥ | ١,١٩ | ٤,٩١٨ |
| | | اختبار العدو ١٠٠ من البدء الطائر | ث | ١٩,٩٥ | ١,٦٠ | ١٨,٨٥ | ٠,٩٣ | ٣,٨٠٣ |
| | | اختبار الوثب العمودي من الثبات | سم | ٢٠,٠٢ | ١,٨٦ | ٢١,٥٠ | ١,٦٣ | ٣,٦٣٩ |
| | | اختبار ثني الذراعين من الانبطاح المائل | عدد | ١١,٦٥ | ١,٠٨ | ١٣,٢٥ | ٢,٨٦ | ٣,٣٠٤ |
| | | اختبار الجلوس من الرقود | عدد | ١٢,٦٥ | ٠,٧٤ | ١٣,٧٠ | ١,٢٦ | ٣,١٩٩ |
| المتغيرات المهارية | التوقيت | زمن الدورة | ث | ١,٥٢ | ٠,١١ | ١,٤٥ | ٠,٠٩ | ٤,٠٥٧ |
| | | زمن السحب | ث | ٠,٤٧ | ٠,٠٨ | ٠,٤١ | ٠,٠٧ | ٢,٦٩٨ |
| | | زمن الركلة | ث | ٠,٧٦ | ٠,٠٨ | ٠,٦١ | ٠,١٠ | ٤,٩١٠ |
| | | زمن الانزلاق | ث | ٠,٤١ | ٠,٠٥ | ٠,٤٠ | ٠,٠٦ | ٢,١٧٩ |
| | | الفارق الزمني بين نهاية السحب وبداية الركلة | ث | ٠,٢٩ | ٠,١١ | ٠,١٩ | ٠,١١ | ٢,٦٣٥ |
| | | اختبار زمن دورة السباحة كاملا | ث | ١,٦٥ | ٠,١٤ | ١,٤٢ | ٠,١٢ | ٥,٧٧٣ |
| | التوافق | اختبار التنسيق الذراعين والرجلين | ث | ٦,٤٥ | ٠,٩٩ | ٨,٢٠ | ١,٠٥ | ٤,٩٣٧ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | تحت الماء | |
| سباحة الصدر ١٠٠متر | ث | ١,٩٠ | ٠,١٣ | ١,٦٦ | ٠,٢١ | | ٤,٢٢٢ |
| التعب | درجة | ٣٧,٩٠ | ٢,٨٨ | ٣٤,١٠ | ٣,١٤ | | ٤,٩٥٨ |

قيمة (ت) الجدولية = ٢,٠٩٣

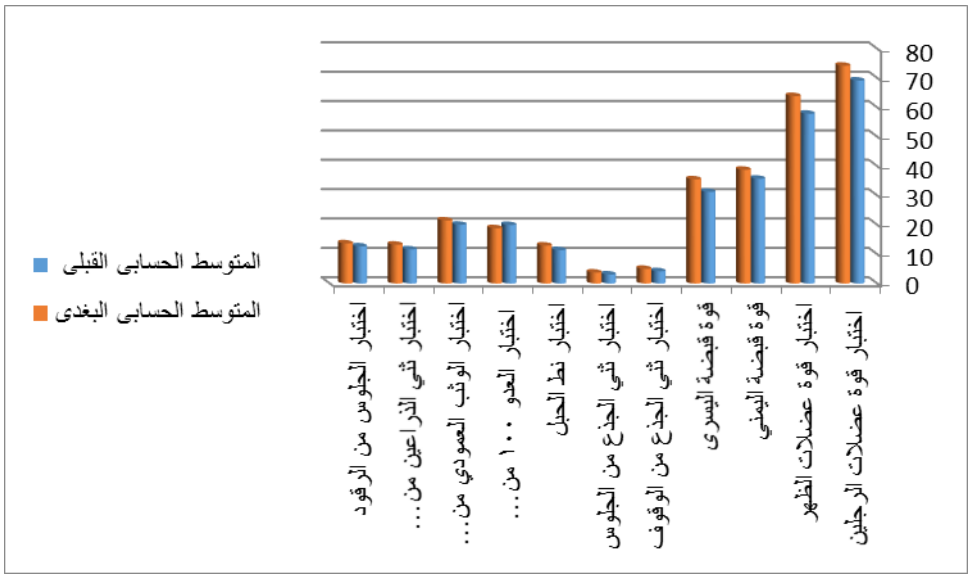
يتضح من الجدول (٧) توجد فروق دالة احصائية بين القياسين القبلي والبعدي المجموعة التجريبية (عينة البحث الأساسية) للصالح القياس البعدي في المتغيرات قيد البحث.

**جدول (٨)**
**نسب التحسن لعينة البحث الأساسية**
**فى المتغيرات قيد البحث**

**ن=٢٠**

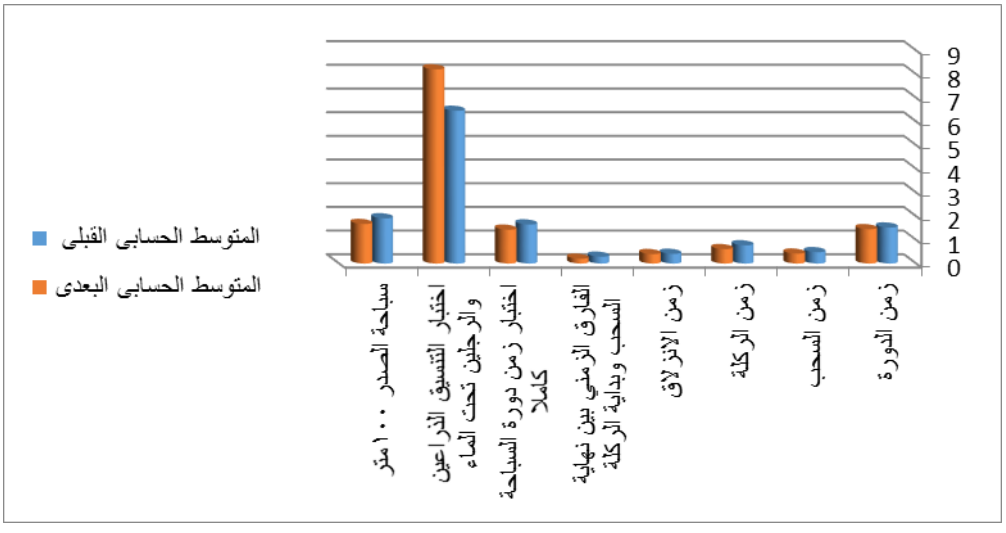
| المتغيرات | | | وحدة القياس | القياس القبلى | القياس البعدى | نسب التحسن% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | م | م | |
| المتغيرات البدنية | | اختبار قوة عضلات الرجلين | كجم | ٦٩,١٥ | ٧٤,٢٠ | ٧,٣٠٪ |
| | | اختبار قوة عضلات الظهر | كجم | ٥٧,٨٥ | ٦٣,٨٥ | ٨,٦٤٪ |
| | | قوة قبضة اليمني | كجم | ٣٥,٧٠ | ٣٨,٧٥ | ٧,٨٧٪ |
| | | قوة قبضة اليسرى | كجم | ٣١,٢٥ | ٣٥,٥٠ | ١٣,٦٠٪ |
| | | اختبار ثني الجذع من الوقوف | سم | ٤,٢٠ | ٥ | ١٩,٠٤٪ |
| | | اختبار ثني الجذع من الجلوس | سم | ٣,١٠ | ٣,٧٥ | ٢٠,٩٦٪ |
| | | اختبار نط الحبل | عدد | ١١,٤٠ | ١٢,٩٥ | ١٣,٥٩٪ |
| | | اختبار العدو ١٠٠ من البدء الطائر | ث | ١٩,٩٥ | ١٨,٨٥ | -٥,٨٣٪ |
| | | اختبار الوثب العمودي من الثبات | سم | ٢٠,٠٢ | ٢١,٥٠ | ٦,٨٨٪ |
| | | اختبار ثني الذراعين من الانبطاح المائل | عدد | ١١,٦٥ | ١٣,٢٥ | ١٣,٧٣٪ |
| | | اختبار الجلوس من الرقود | عدد | ١٢,٦٥ | ١٣,٧٠ | ٨,٣٠٪ |
| المتغيرات المهارية | التوقيت | زمن الدورة | ث | ١,٥٢ | ١,٤٥ | -٤,٨٢٪ |
| | | زمن السحب | ث | ٠,٤٧ | ٠,٤١ | -١٤,٦٣٪ |
| | | زمن الركلة | ث | ٠,٧٦ | ٠,٦١ | -٢٤,٥٩٪ |
| | | زمن الانزلاق | ث | ٠,٤١ | ٠,٤٠ | -٢,٥٠٪ |
| | | الفارق الزمني بين نهاية السحب وبداية الركلة | ث | ٠,٢٩ | ٠,١٩ | -٥٢,٦٣٪ |
| | | اختبار زمن دورة السباحة كاملا | ث | ١,٦٥ | ١,٤٢ | ١٦,١٩٪ |
| | التوافق | اختبار التنسيق الذراعين والرجلين تحت الماء | ث | ٦,٤٥ | ٨,٢٠ | ٢١,٣٤٪ |
| سباحة الصدر ١٠٠متر | | | ث | ١,٩٠ | ١,٦٦ | -١٤,٤٥٪ |
| التعب | | | درجة | ٣٧,٩٠ | ٣٤,١٠ | -١٠,٠٢٪ |

يتضح من الجدول (٨) وجود فروق في نسب التحسن المختلفة بين القياسين القبلى والبعدى للمجموعة التجريبية (عينة البحث الأساسية) فى المتغيرات قيد البحث لصالح القياس البعدى.



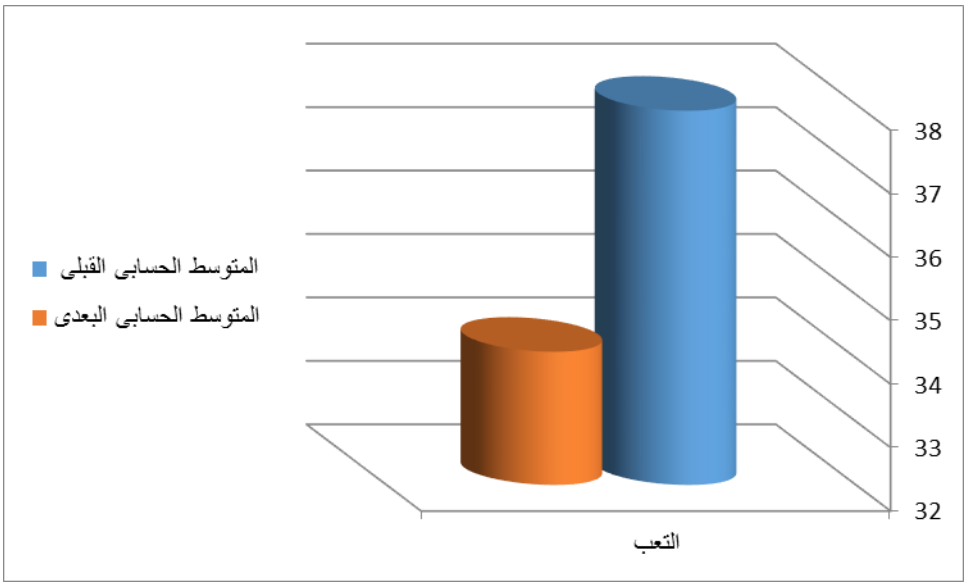

**شكل (١)**

**يوضح الشكل (١) المتوسط الحسابى القبلى والبعدى للمتغيرات البدنية**



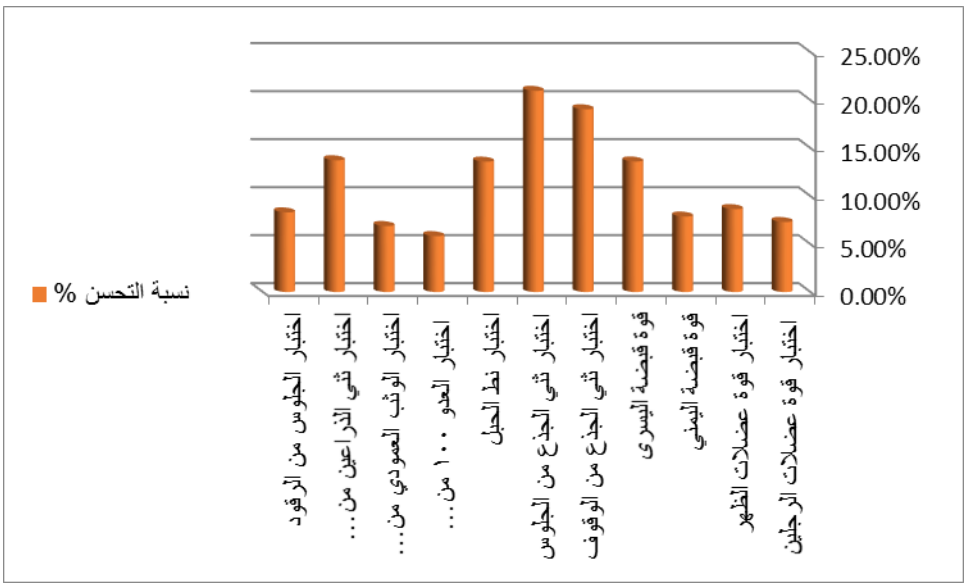

**شكل(٢)**

**شكل (٢) يوضح المتوسط الحسابى القبلى والبعدى فى المتغيرات المهارية**



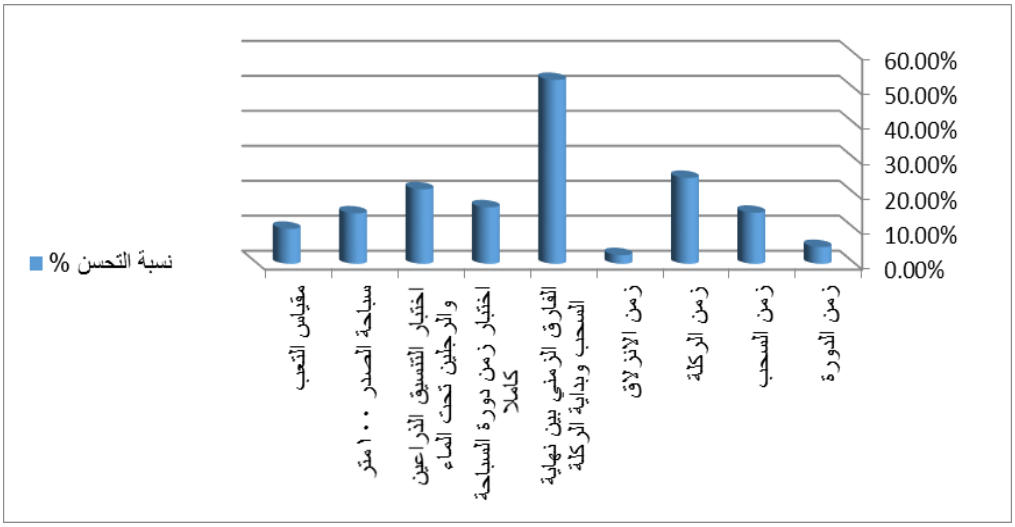

**شكل (٣)**

**شكل (٣) يوضح بين المتوسط القبلى والبعدى في مقياس التعب**




**شكل (٤)**

**يوضح النسب نحسن المختلفة  فى المتغيرات البدنية**




**شكل(٥)**

**شكل (٥) يوضح النسب تحسن المختلفة للمتغيرات المهارية ومقياس التعب**

**ثانياً: مناقشة النتائج:**

يتضح من نتائج جدول (٧)، (٨) أنه "**توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطى القياسين القبلى والبعدى للمجموعة التجريبية (عينة البحث الأساسية) في جميع المتغيرات قيد البحث لصالح القياس البعدى.**

وتعزو **الباحثة** هذه النتيجة التي ظهرت من خلال الإختبارات ولاسيما الإختبارات البدنية الى البيئة التدريبية الجديدة التي توافرت للسباحين من ذوى الإعاقة العقلية البسيطة بحيث ظهر أثر التدريب على نتائج الاختبارات البدنية بشكل واضح، وهذا يتفق مع مبادئ علم التدريب الرياضي التي تشير إلى إن التدريب وفق الصيغة العلمية الصحيحة يكون له أثر إيجابي على المتدربين.

**ويشير لؤي ساطع (٢٠٠٥)** ان مرحلة الإعداد الخاص من المراحل المهمة للرياضي في الوصول الى أفضل مستوى بدني ومهاري وخططي فضلاً عن السمات الإرادية والخلقية الخاصة التي يتطلبها النجاح في المنافسات الرياضة، حيث انه في هذه المرحلة يستطيع الفرد الوصول الي اعلي المستويات الرياضية في معظم الانشطة الرياضية لاكتمال الصفات البدنية كالقوة العضلية والتوافق والتوازن والمرونة والرشاقة.

كما أن الإعتماد على إستخدام المستشعرات الحركية كوسيلة تكنولوجية حديثة في تطوير الأداء المهارى وتدريب السباحين كان له عظيم الأثر في تحسين فنيات الأداء المهارى لسباحة الصدر والتي أثرت في المقابل على المستوى الرقمى للسباحين.

حيث أن الهدف الرئيسى من التدريب هو تحقيق أفضل رقم لإنجاز السباح، وتعتبر الأدوات التدريبية أحد أهم العوامل في تطوير وتحسين مستوى الأداء والإكتساب الكامل والصحيح للمهارات.

والتدريب بإستخدام تكنولوجيا المستشعرات الحركية القابلة للإرتداء يمثل قمة ماطرحته تكنولوجيا المعلومات للحياة المعاصرة وذلك بما يحتويه من قدرات وإمكانات تدريبية هائلة ساعدت في التغلب على مشكلات الأداء المهارى لسباحى الإعاقة العقلية والتي عجز التدريب بالأسلوب التقليدى عن مواجهتها.

فقد لاحظت الباحثة بعض المشكلات الفنية في الأداء المهارى للسباحين في مهارات سباحة الصدر والتي تؤثر في المقابل على المستوى الرقمى، ومنها التوقيت الحركى حيث لاحظت وجود بعض الأخطاء الفنية في التنسيق والترتيب الزمنى لحركات الذراعين والرجلين والتنفس ، كما لاحظت أيضاً بعض الأخطاء في حركات الذراعين وزوايا الدخول والخروج من الماء، بالإضافة إلى المبالغة في ثنى الركبتين وعدم فرد المشطين بشكل كامل.

فقد أشار **"أبو العلا أحمد" (2011)** (١) إلى أن التوقيت في سباحة الصدر من العناصر الحرجة والحاسمة لتحديد قدرة السباح على إتقان طريقة السباحة، كما أنه من العناصر الهامة التي تؤثر على سرعة السباق، لذا يجب التركيز على تحقيق الإستفادة المثلى للنقل الحركى بين حركات الأجزاء لجسم السباح وفى إتجاه هدف الحركة لتحقيق تقدم فعال للجسم في الماء.

كما أشار **"Morius Sommer" (2014)** (٢٩) أن التوقيت الصحيح يرجع إلى قدرة السباح على التحكم والتميز السليم للإيقاع والتوقيت الخاص بالحركات الديناميكية الخاصة.

كما يؤكد كل من **"جيم مونتغمري & مو تشامبرز" (٢٠٠٩م)** (٢٧) أن توقيت وإيقاع الضربات مهم للغاية ويجب تضمينه في برامج تدريب السباحين لجميع المستويات، حيث أن الإيقاع الجيد يجعل السباحة أكثر فاعلية، بينما سوء الإيقاع يجعلها أقل فاعلية.

هذه المشكلات الفنية التي تواجه سباحى الإعاقة العقلية وتؤثر في المقابل على مستوى السرعة والإنجاز لديهم تم مواجهتها بإستخدام المستشعرات الحركية القابلة للإرتداء من أجل تحقيق الأهداف التدريبية، فالتوقيت الحركي يعتبر من أهم مؤشرات جودة الأداء في السباحة، خاصة في سباحة الصدر التي تتطلب توافقًا دقيقًا بين الذراعين والرجلين ومراحل التنفس. وعندما يستخدم جهاز تتبع حركي يمكنه قياس توقيت الحركات بدقة (مثل بداية الدفع، لحظة الغطس، توقيت الضربة، وتوقيت اللمس) فإن ذلك يتيح للمدرب تحليل الأنماط الزمنية بدقة كبيرة.

كما تتيح المستشعرات للمدرب والسباح مراقبة الاستجابة الفعلية للتدريب وتعديله في الوقت الحقيقي، مما يزيد من فعالية التعلم الحركي، هذه التقنية أيضًا تحد من الأخطاء المتكررة الناتجة عن التوقيت الخاطئ أو غير المنتظم، وهو ما يسهم في تعزيز جودة الأداء العام.

استخدام المستشعرات سمح بقياس زمن كل جزء من مراحل الحركة، وبالتالي التوجيه الدقيق لتحسين التسلسل الزمني.

وهذا يؤكد أن المستشعرات الحركية القابلة للارتداء تعد أداة مثالية لرصد التغيرات الزمنية الصغيرة التي يصعب ملاحظتها بالعين المجردة، وتساهم في الكشف عن أخطاء غير ملحوظة تؤثر على الكفاءة الحركية العامة.

وقد أسفرت نتائج الدراسة إلى حدوث تحسن كبير في التوقيت الحركي لعينة البحث بعد تطبيق البرنامج التدريبي باستخدام المستشعرات الحركية القابلة للارتداء، مما يؤكد فعالية هذه التكنولوجيا في تحسين التنظيم الزمني للحركة في سباحة الصدر، وهو ما يعكس دقة التناسق بين الذراعين والرجلين في مراحل الأداء المختلفة.

كما أظهرت بيانات البرنامج الحالي تحسنًا في التتابع الزمني بين حركة الدفع بالرجلين وامتداد الذراعين، وهو ما يشير إلى زيادة الانسيابية وتحقيق ميكانيكية أفضل للحركة.

هذا يتفق مع ما أشار إليه "**Havriluk (2010)** (٢٢) أن التوقيت الحركي المثالي في السباحة يمثل عنصرًا أساسيًا لتحقيق الكفاءة الميكانيكية العالية، وأن أي خلل في هذا التوقيت يؤثر سلبًا على قوة الدفع وسرعة الأداء. وفي السياق ذاته، أظهرت أنظمة المستشعرات دورًا مهمًا في تسجيل الفترات الزمنية بين الضربات، وزمن الانتقال بين مراحل الذراعين والرجلين، مما يسمح للمدرب والباحث بتحليل الفجوات الزمنية بدقة.

ويتفق أيضاً مع ما أشار إليه "**Le Sage et al (2020)** (٢٤) الذي أكد على أهمية استخدام أجهزة التتبع لقياس وتحليل الزمن الحركي في تحسين الأداء المهاري في السباحة.

كما أكد "**Toussaint & Truijens (2005)** (٤١) أن تقليل زمن تنفيذ الضربات وتحقيق توافق ديناميكي بين مراحل السباحة يؤدي إلى تحسن المستوى الرقمي.

وأشار "**Havriluk (2010)** (٢٢) أن التقنيات القائمة على البيانات توفر للمدرب فهماً أدق للأداء، مما يعزز من فرص التحسين المستهدف.

وتتفق هذه النتائج مع ماتوصلت إليه دراسة " **حمادة محمد** " **(٢٠٢١م)** (٥) التي أظهرت أن التدريبات الموجهة بالتكنولوجيا لها تأثير إيجابي على تحسين التوقيت الحركي في السباحة، ودراسة "**Beck et al (2018)** (١٤) التي طبقت تكنولوجيا التحليل الحركي على سباحين يعانون من

صعوبات حركية، ووجدت أن التغذية الراجعة المستمرة التي توفرها المستشعرات تؤدي إلى تحسينات ملحوظة في التوقيت الحركي خلال فترة زمنية قصيرة، ودراسة "**Zamparo et al** " **(2019) (٤٤)** التي بينت أن تقنيات التتبع الزمني الدقيقة تساعد في اكتشاف الأخطاء الزمنية الطفيفة وتصحيحها، ودراسة "**Fulton et al**" (2019) (٢٠) إلى أن المستشعرات الحركية القابلة للارتداء تعد أداة مثالية لرصد التغيرات الزمنية الصغيرة التي يصعب ملاحظتها بالعين المجردة، وتساهم في الكشف عن أخطاء غير ملحوظة تؤثر على الكفاءة الحركية العامة.

– وهذا مايحقق صحة الفرض الأول الذى ينص على أنه " **توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطى القياسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في تحسين التوقيت الحركى في سباحة الصدر للسباحين ذوى الإعاقة العقلية البسيطة لصالح القياس البعدي**".

كما يتضح من نتائج جدول (٧)، (٨) أنه " **توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطى القياسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في تحسين التوافق الحركي في سباحة الصدر للسباحين ذوى الإعاقة العقلية البسيطة لصالح القياس البعدي**".

وهذا يشير إلى أن تطبيق البرنامج التدريبي المدعم بالمستشعرات الحركية أثبت تحسن واضح في التوافق الحركي لدى السباحين من ذوي الإعاقة العقلية البسيطة، حيث أن التوافق الحركي عنصرًا أساسيًا في سباحة الصدر، إذ تعتمد الحركة فيها على تناغم العضلات الإرادية الكبيرة مع الحركات الإيقاعية الميكانيكية الدقيقة.

وهو ما يمكن تفسيره من خلال الدور المحوري الذي لعبته المستشعرات الحركية في تقديم تغذية راجعة فورية عن مدى التنسيق بين حركة الذراعين والرجلين، ومدى اتساق مراحل الأداء، وهو ما أدى إلى رفع كفاءة الضربات والتوافق بين مراحل الأداء، كما أن التمرينات الموجهة بناء على نتائج المستشعرات ساعدت في بناء برنامج يستهدف تحسين التتابع الحركي الزمني بدقة.

كما أنها وفرت تصورًا حركيًا مرئيًا وبيانات قابلة للقياس، وهو ما يساعد السباحين على الربط بين الإحساس الحركي والواقع الفعلي لحركتهم، وهو ما يعرف في علم النفس الحركي . "التغذية الراجعة المعززة، كما أن الاستعانة بالمستشعرات قد سمحت بتخصيص التدريبات لتتوافق مع أنماط الأداء الفردية.

والتوافق الحركي يعد من المهارات الأساسية المرتبطة بعمل الجهاز العصبي العضلي، والذي يتأثر بدرجة الإدراك ومستوى التركيز الحسي الحركي، وهي عوامل تكون عادة أقل كفاءة لدى ذوي الإعاقات العقلية.

وقد أشارت "**Hutzler et al** (2013) (٢٣) إلى أن تدريب ذوى الإعاقة العقلية باستخدام تقنيات تعتمد على الإدراك البصري والسمعي يحفز الدماغ على تحسين التنظيم العصبي الحركي.

كما أوضح " **Barbosa et al.** (2018) (١٣) أن أجهزة تتبع الحركة يمكن أن تكشف عن الاختلافات الدقيقة في التوافق الزمني بين الحركات، ما يتيح إمكانية تصميم تمارين تعويضية مناسبة.

وأشار "**Maglischo**" (٢٠١١) (٢٦) على أن التوافق بين ضربات الذراعين والرجلين في سباحة الصدر له دور كبير في تقليل مقاومة الماء وتحقيق انسيابية أكبر، وأن أي خلل في هذا التتابع يؤثر على الأداء بشكل عام، ومن ثم يؤثر على سرعة الإنجاز.

وأشارت ."**Seifert et al**" (2014) (٣٧) أن القدرة على التكيف الحركي وتحقيق توازن تنسيقي وتوافق بين الحركات يعتبر من أهم المؤشرات التي تحدد فعالية الأداء في السباحة، خاصة في الأنماط المهارية المعقدة مثل سباحة الصدر.

وأوضح "**Payton et al**" (2017) (٣٣) أن التوافق الحركي في السباحة يمكن تحسينه عبر تصميم تمرينات تعتمد على التكرار المنظم والتغذية الراجعة الفورية.

وهو ما تحقق في هذا البحث من خلال تحليل بيانات المستشعرات التي أظهرت عدم تطابق الحركات في بداية التدريب، مما ساعد الباحثة على إعداد برنامج موجه لتصحيح الأداء بدقة.

وتتفق هذه النتائج مع ماتوصلت إليه دراسة "**Nguyen et al** " (٢٠٢٢) (٣١) التي أشارت إلى أن التدريبات المستندة إلى المستشعرات الحركية تحسن من التنسيق الديناميكي والتوازن بين مراحل الأداء في السباحة، ودراسة "**Lee & Kim**" (2021) (٢٥) حيث استخدمت مستشعرات لقياس التنسيق في الأداء لدى أطفال من ذوي الإعاقات، وأظهرت النتائج تحسنًا كبيرًا في الأداء التوافقي بعد تطبيق برنامج تدريبي تفاعلي، ودراسة " **محمد الجوهرى**" (٢٠٢٠م) (١١) التي وجدت أن التدريب باستخدام التتبع الحركي ساعد السباحين على تحسين التوافق العضلي العصبي.

وبذلك تدعم النتائج الحالية صحة الفرض الثاني، وتؤكد أن استخدام المستشعرات الحركية لايحسن فقط من الكفاءة الزمنية، بل يعزز كذلك من التوافق الحركي الديناميكي لدى السباحين من ذوي الإعاقات العقلية في سباحة الصدر.

كما أوضحت نتائج الجدولين (٧)، (٨) إلى حدوث إنخفاض ملحوظ في مستويات التعب المدرك (RPE) بعد تطبيق البرنامج التدريبي، مما يشير إلى تحسن فى الكفاءة البدنية والإقتصاد فى درجة الجهد المبذول أثناء الأداء.

إذ يرتبط الشعور بالإرهاق ارتباطًا وثيقًا بالكفاءة البدنية والتقنية للسباح وكفاءة الجهاز التنفسي، ودرجة التوتر العضلي، فكلما تحسن الأسلوب وزادت كفاءة تنفيذ الحركات قلت الطاقة المهدرة وانخفض مستوى الإرهاق.

وقد ساعدت المستشعرات الحركية في مراقبة أنماط الأداء وتحسين ميكانيكية الحركة، مما أدى إلى تقليل المجهود الزائد وتحقيق كفاءة أكبر في الضربات.

وأشارت " **Foster et al" (2001) (١٩)** إلى أن استخدام RPE يوفر تقييمًا مفيدًا للتعب في الأنشطة المتكررة مثل السباحة، خاصة عند الفئات الخاصة التي يصعب استخدام المؤشرات البيوكيميائية التقليدية معها.

كما أوضحت "**Thompson et al" (2018) (٤٠)** أن تقنيات المراقبة باستخدام المستشعرات تساعد في ضبط الحمل التدريبي بناءً على الاستجابة الفعلية للسباح، مما يقلل من احتمالية الإجهاد الزائد ويعزز من التعافي.

وتتفق هذه النتائج مع ماتوصلت إليه دراسة دراسة "**عبد الرحمن السيد" (٢٠٢٢) (٨)** التي أوضحت أن التدريبات الموجهة رقمياً قللت من الإحساس بالإرهاق لدى السباحين ذوي الإعاقة، ودراسة "**خالد عبد المنعم" (٢٠٢١) (٦)** التي أشارت إلى أن تدريبات السباحة المصممة وفق تحليل الحمل الحركي تؤدي إلى تقليل الإجهاد وتحقيق راحة عضلية أسرع، ودراسة "**Nagle et al."** **(٢٠١٤) (٣٠)** التي بينت أن التدريب المعتمد على تحليل الأداء يؤدي إلى تقليل الحمل الزائد الناتج عن التكرار غير الفعال، ويساعد في تطوير أسلوب أكثر اقتصادًا في الأداء، ودراسة " **Garcia et al" (2020) (٢١)** التي أكدت أن المستشعرات تساهم في تحسين كفاءة الأداء وبالتالي تقلل من الجهد المبذول والتعب المدرك.

وهو مايحقق صحة الفرض الثالث الذى ينص على أنه "**توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطى القياسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في تحسين مستوى التعب للسباحين ذوى الإعاقة العقلية البسيطة لصالح القياس البعدى**".

وأوضحت نتائج الجدولين (٧)، (٨) حدوث تحسن واضح وملموس في المستوى الرقمي لسباحى الإعاقة العقلية البسيطة في سباحة الصدر بعد تطبيق البرنامج التدريبي المدعم بالمستشعرات الحركية. ويقاس المستوى الرقمي عادة بزمن الإنجاز لمسافة محددة (١٠٠ م)، وقد انخفض هذا الزمن بشكل دال إحصائيًا لصالح القياس البعدي.

وهذا يدل على أن البرنامج التدريبي المستند إلى استخدام المستشعرات الحركية قد ساعد في تطوير الأداء المهاري والبدني للسباحين والذى انعكس على المستوى الرقمى.

يعد تحسين الأداء الرقمي هو الهدف النهائي لأي برنامج تدريبي، ويتأثر هذا الأداء بعوامل متعددة مثل التوقيت الحركي، والتوافق، وكفاءة الحركة، ومستوى التعب. وعند التحكم في هذه المتغيرات من خلال التدريبات الموجهة والمراقبة الدقيقة بالأجهزة الذكية، يتم الوصول إلى أقصى كفاءة للأداء والتي تنعكس على المستوى الرقمى.

يشير "**Bollens et al (2021)** (١٥) إلى أن تطوير المهارات الفنية بمساعدة التحليل الحركي والمستشعرات ينعكس بشكل مباشر على تحسن المستوى الرقمي.

كما ذكرت "**Craig & Pendergast (2009)** (١٦) إلى أن انخفاض المقاومة وتحسين الكفاءة الحركية يؤدي إلى تقليل زمن السباحة بشكل عام، خاصة عندما يكون هناك توافق عالي بين عناصر الأداء.

واعتمدت الدراسة الحالية على متابعة التحسن الزمني من خلال بيانات المستشعرات وتغذيتها الراجعة المستمرة، مما ساعد في تحسين الوضعية الانسيابية، وتقليل الأخطاء، وزيادة الاقتصاد الحركي.

وتتفق هذه النتائج مع ماتوصلت إليه دراسة دراسة "**أحمد سليمان**" (٢٠٢١) (٢) التي أوضحت أن التدريبات القائمة على التغذية الراجعة الرقمية حسنت الإنجاز الرقمي للسباحين، ودراسة **Dadswell et al**" (2022) (١٨) التي بينت أن استخدام أجهزة التتبع في التدريب أدى إلى تقليل الزمن وتحقيق أداء تنافسي أفضل، ودراسة "**Veiga et al**" (2016) (٤٢) التي أشارت إلى أن استخدام أجهزة التتبع والتحليل الحركي يسهم في تحسين الإنجاز الرقمي، خاصة لدى الفئات الخاصة مثل السباحين من ذوي الإعاقات.

وبناءً عليه، تعد النتائج المحققة دعمًا قويًا لصحة الفرض الرابع وفعالية استخدام التكنولوجيا الذكية (المستشعرات الحركية القابلة للإرتداء) في تدريب السباحين ذوي الإعاقة العقلية البسيطة.

**الاستنتاجات والتوصيات:**

**أولا: الاستنتاجات:**

**فى ضوء ما أظهرته نتائج هذا البحث نستخلص الأتى:**

١. تحسن التوقيت الحركي لسباحي الصدر ذوي الإعاقة العقلية البسيطة بعد تطبيق البرنامج التدريبي المدعوم بالمستشعرات الحركية القابلة للارتداء، مما يشير إلى قدرة هذه التكنولوجيا على تقديم بيانات دقيقة تساعد في ضبط الفواصل الزمنية بين مراحل الأداء.( حيث انخفض زمن الدورة الحركية (٤.٨٢٪)، وزمن السحب (١٤.٦٣٪)، وزمن الركلة (٢٤.٥٩٪)، وزمن الانزلاق (٢.٥٠٪)، كما

انخفض الفارق الزمني بين نهاية السحب وبداية الركلة (٥٢.٦٣٪)، بينما تحسن زمن الدورة الكاملة للسباحة (١٦.١٩٪).

٢. تحسن التوافق الحركي بين الذراعين والرجلين ومراحل التنفس، وهو ما أدى إلى انسيابية الحركة وتقليل مقاومة الماء، بفضل التغذية الراجعة المستمرة وتصميم تمرينات موجهة لمعالجة أوجه القصور (فقد أثبتت النتائج تحسن التوافق الحركى بنسبة (٢١.٣٤٪).

٣. انخفاض مستوى التعب المدرك (RPE) لدى أفراد العينة بعد البرنامج التدريبي، مما يدل على أن تحسين الكفاءة الميكانيكية يقلل من الجهد المبذول والإرهاق أثناء الأداء (حيث أظهرت النتائج انخفاضًا في مستوى التعب المدرك (RPE) بنسبة (١٠.٠٢٪).

٤. تحسن المستوى الرقمي لسباحة الصدر لدى سباحى الإعاقة العقلية نتيجة الدمج بين التدريبات المهارية، والتمارين البدنية النوعية، واستخدام المستشعرات كأداة تقييم وتوجيه مباشر للأداء. (حيث انخفض الزمن الكلي بنسبة (١٤.٤٥٪)، وهو ما يعكس فاعلية البرنامج التدريبي في تحسين سرعة الأداء).

٥. الاعتماد على المستشعرات الحركية أتاح قياسات كمية دقيقة لمؤشرات الأداء الحركي، مما ساهم في تصميم وحدات تدريبية تتناسب مع سباحى الإعاقة العقلية البسيطة، وبما يتناسب مع احتياجاته.

٦. استخدام التكنولوجيا الحديثة (المستشعرات الحركية القابلة للإرتداء) في تدريب السباحين ذوي الإعاقة العقلية البسيطة كان لها عظيم الأثر في تطوير الأداء البدنى والمهارى.

**ثانياً: التوصيات:**

**في ضوء ما أسفرت عنه نتائج الدراسة، توصي الباحثة بمجموعة من التوصيات على النحو التالي:**

١. ضرورة توظيف المستشعرات الحركية القابلة للارتداء في برامج تدريب السباحة بصفة دورية، لقياس وتحليل عناصر التوقيت والتوافق ومؤشرات التعب بشكل مستمر.

٢. تصميم برامج تدريبية فردية مبنية على بيانات التحليل الحركي الفعلي لكل سباح، بما يتناسب مع نقاط القوة والضعف لديه.

٣. دمج تدريبات التغذية الراجعة الفورية في الوحدات التدريبية، بحيث يحصل السباح على ملاحظات مباشرة ويطبق التصحيح في نفس الوحدة..

٤. توسيع نطاق استخدام التكنولوجيا ليشمل فئات أخرى من ذوي الإعاقة وفئات الناشئين، بهدف تحسين الكفاءة الحركية وتقليل الإصابة والإرهاق..

٥. الاستمرار في قياس مستوى التعب المدرك (*RPE*) كأداة بسيطة وعملية لمراقبة الحمل التدريبي، مع ربط نتائجه بالبيانات الموضوعية من المستشعرات.

٦. توظيف البرنامج المقترح من قِبل الباحثة كمرجع استرشادي يمكن الاعتماد عليه في تدريب السباحين لتحقيق أفضل أداء.

٧. إجراء المزيد من الدراسات التي تجمع بين التحليل الحركي ثلاثي الأبعاد وأجهزة الاستشعار القابلة للارتداء، لتطوير أساليب تقييم الأداء الرياضي في السباحة للأسوياء وذوى الإعاقة.

**المراجع:**

**أولاً: المراجع العربية:**

١. **أبو العلا أحمد (٢٠١١م)**: الإتجاهات المعاصرة في تدريب السباحة، دار الفكر العربى، القاهرة.

٢. **أحمد سليمان (٢٠٢١)**: أثر التدريبات المعتمدة على التغذية الراجعة الرقمية في تحسين الإنجاز الرقمي للسباحين. المجلة المصرية للتربية البدنية وعلوم الرياضة.

٣. **إيمان عبد الحميد الرفاعى (٢٠٢١)**: أثر تدريبات تحسين التوافق الحركي على تقليل مستوى التعب والإرهاق لدى ذوي الإعاقة العقلية البسيطة. المجلة العلمية للتربية البدنية وعلوم الرياضة، جامعة الإسكندرية.

٤. **الجمعية الأمريكية للإعاقات العقلية والنمائية (٢٠١٠)**: الدليل التعريفي للإعاقات العقلية. واشنطن: AAMR.

٥. **حمادة محمد (٢٠٢١)**: أثر التدريبات الموجهة بالتكنولوجيا على تحسين التوقيت الحركي في السباحة. المجلة العلمية لعلوم الرياضة، جامعة حلوان.

٦. **خالد عبد المنعم (٢٠٢١)**: تأثير تدريبات السباحة وفق تحليل الحمل الحركي على تقليل الإجهاد وتحقيق الاستشفاء العضلي. المجلة الدولية لعلوم الرياضة البدنية.

٧. **سامي محمد الحداد (٢٠٢٠)**: التكنولوجيا في التدريب الرياضي الحديث، الإسكندرية: المكتب الجامعي الحديث، ص ٩٥–٩٧.

٨. **عبد الرحمن السيد (٢٠٢٢)**: أثر التدريبات الموجهة رقمياً على الإحساس بالإرهاق لدى السباحين ذوي الإعاقة. المجلة العلمية لعلوم الرياضة، جامعة حلوان.

٩. **فاطمة محمد عبد المقصود (٢٠١٩)**: التدريب الرياضي لذوي الاحتياجات الخاصة: أسس ومبادئ تطبيقية، القاهرة: دار الوفاء، ص ١٤٥–١٤٧.

١٠. **مجدى عبده محمد (٢٠١٨)**: السباحة: الأسس الفنية والتدريبية، القاهرة، دار الكتاب الحديث.

١١. **محمد الجوهري (٢٠٢٠):** أثر التدريب باستخدام التتبع الحركي على تحسين التوافق العضلي العصبي لدى السباحين. المجلة العلمية لعلوم الرياضة، جامعة طنطا، ٣٢(٢)، ٢١٥-٢٣٠.

١٢. **محمد رجب الخطيب (٢٠١٩):** تنمية القدرات الحركية والمهارية لدى السباحين من فئة الإعاقة العقلية. المجلة المصرية لعلوم الرياضة، جامعة المنصورة.

13. **Barbosa, T. M., et al. (2018):** Coordination in swimming: Implications for performance. International Journal of Sports Physiology and Performance.
14. **Beck, A., Hohl, R., & Witte, K. (2018):** Motion analysis feedback for swimmers with movement disorders. Journal of Human Kinetics, 62(1), 99-109. https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0174
15. **Bollens, B., De Baets, B., & Lenoir, M. (2021):** Improving competitive swimming performance using motion analysis systems. Sports Biomechanics.
16. **Craig, A. B., & Pendergast, D. R. (2009):** Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. Journal of Swimming Research.
17. **Dadashi, F., Crettenand, F., Millet, G. P., & Aminian, K. (2016):** Front-crawl instantaneous velocity estimation using a wearable inertial measurement unit. Sensors.
18. **Dadswell, C., Payton, C. J., & Hay, J. (2022):** The impact of wearable tracking devices on competitive swimming performance. European Journal of Sport Science.
19. **Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001):** A new approach to monitoring exercise training. Journal of Strength and Conditioning Research.
20. **Fulton, S. K., Pyne, D. B., Burkett, B. (2019):** Quantifying changes in swim technique during training sets using wearable sensors. International Journal of Sports Physiology and Performance.
21. **Garcia, F., Arellano, R., & Navarro, E. (2020):** Wearable sensors for performance monitoring in swimming: A systematic review. Sensors.
22. **Havriluk, R. (2010):** Improving swimming performance by optimizing stroke timing. Sports Biomechanics.
23. **Hutzler, Y., Chacham, A., Bergman, U., & Szeinberg, A. (2013):** Effects of a movement and swimming program on vital capacity and water orientation skills of children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology.

24. **Le Sage, T., Bindel, A., Conway, P., Justham, L., Slawson, S., & West, A. (2020**): Development of a wireless tri-axial accelerometer for monitoring swimming performance. Procedia Engineering.
25. **Lee, J., & Kim, S. (2021):** Effects of interactive motion-sensor training on motor coordination in children with developmental disabilities. Journal of Motor Learning and Development.
26. **Maglischo, E. W. (2011):** Swimming fastest. Champaign, IL: Human Kinetics.
27. **Montgomery, J., & Chambers, M. (2009):** The importance of stroke timing in swimming performance. Swimming World Magazine.
28. **Mooney, R., Corley, G., Godfrey, A., Quinlan, L. R., & ÓLaighin, G. (2016):** Inertial sensor technology for elite swimming performance analysis: A systematic review. Sensors.
29. **Morius, S. (2014):** Swimming biomechanics and training. New York, NY: Routledge.
30. **Nagle, K. B., Sanders, R. H., & Bagger, M. (2014):** The use of performance analysis to reduce training load in repetitive sports. Journal of Sports Sciences.
31. **Nguyen, H. T., Tran, Q. M., & Pham, M. H. (2022):** Wearable motion sensors in swimming: Improving coordination and performance. International Journal of Sports Science & Coaching.
32. **Pansiot, J., Zhang, Z., Rowlands, D., & Murray, A. (2010):** Swimming stroke kinematic analysis with accelerometers. IEEE Transactions on Biomedical Engineering.
33. **Payton, C. J., Bartlett, R. M., Baltzopoulos, V., & Coombs, R. (2017):** Biomechanical evaluation of movement in sport and exercise: The British Association of Sport and Exercise Sciences guidelines. London: Routledge.
34. **Pereira, A., & Rodrigues, F. (2021):** Wearable motion sensors in sports: Applications and challenges. Journal of Sports Science & Medicine.
35. **Ribeiro, J., Figueiredo, P., Morouço, P., & Fernandes, R. J. (2022):** Perceived exertion and physiological stress monitoring during 100 m swimming performance. International Journal of Environmental Research and Public Health.
36. **Schnitzler, C., Brazier, T., Button, C., & Seifert, L. (2018):** Coordination and performance in breaststroke swimming: The role of timing between limb movements. Human Movement Science
37. **Seifert, L., Komar, J., Barbosa, T. M., Toussaint, H. M., & Millet, G. P. (2014):** Coordination pattern variability provides functional adaptations to constraints in swimming performance. Sports Medicine.

38. **Seifert, L., Komar, J., Leprêtre, P. M., & Chollet, D. (2020):** Using inertial measurement units (IMUs) to analyze swimmers' movement patterns: A validation study. Journal of Sports Sciences.
39. **Sommer, M. (2014**): Swimming technique: The role of timing and rhythm in performance. Journal of Swimming Research.
40. **Thompson, K. G., Haljand, R., & MacLaren, D. P. (2018):** Monitoring elite swimmers using wearable technology: Applications of inertial measurement units. International Journal of Sports Physiology and Performance.
41. **Toussaint, H. M., & Truijens, M. J. (2005):** Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. Animal Biology,
42. **Veiga, S., Rodriguez, L., & Gonzalez-Frutos, P. (2016**): Monitoring swimming performance using wearable devices: An approach for swimmers with disabilities. Journal of Sports Sciences,
43. **Williams, N. (2017):** The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. Occupational Medicine.
44. **Zamparo, P., Cortesi, M., & Gatta, G. (2019):** The energy cost of swimming and its determinants. European Journal of Applied Physiology.