

## المحاضرة التاسعة: أدوات القياس الفسيولوجي والبيوميكانيكي. (Physiological and Biomechanical Measurement Tools)

### • تمهيد:

سعيًا منّا لفهم وتحسين الأداء البشري في سياقات النشاط البدني والرياضي، تبرز أدوات القياس الفسيولوجي والبيوميكانيكي كأدواتٍ لا غنى عنها، هذه الأدوات الموضوعية تُمكن الباحثين من استكشاف الآليات الداخلية للحركة، وتقييم الإستجابات الفسيولوجية للجهد البدني، وتوفير بيانات دقيقة وقابلة للقياس الكمي، ومن خلال هذه القياسات، يُصبح بالإمكان تحليل كفاءة الحركة، وتقييم القدرات البدنية، وتصميم التداخلات التدريبية المستندة إلى الأدلة.

تهدف هذه المحاضرة إلى تقديم استعراض مُفصل لأهمية القياسات الموضوعية في بحوث علوم الرياضة، واستعراض أمثلة على الأدوات الشائعة، وشرح مبادئ عملها، والتأكيد على أهمية الدقة في استخدامها، وتقديم أمثلة تطبيقية لتوضيح دورها الحيوي في بحوث الأداء الرياضي والفسيولوجيا الرياضية.

## 1. تعريف أدوات القياس الفسيولوجي والبيوميكانيكي:

### 1.1 تعريف أدوات القياس الفسيولوجي: (Physiological Research Tools)

هي مجموعة من الأجهزة والوسائل العلمية المُصمَّمة لقياس المؤشرات الحيوية والوظائف الفسيولوجية للجسم أثناء الراحة أو أثناء النشاط البدني، بهدف فهم التأثيرات البدنية والوظيفية الناتجة عن التمارين الرياضية.

ومن أهم هذه الأدوات:

1. أجهزة قياس نبض القلب. (Heart Rate Monitors)

2. أجهزة تحليل الغازات التنفسية. (Metabolic Carts)

3. جهاز اختبار السعة الهوائية القصوى.  $VO_2Max$

4. أجهزة تخطيط القلب الكهربائي. ECG

5. أجهزة قياس نسبة اللاكتيك في الدم.

6. أجهزة قياس القوة العضلية. (Dynamometers)

تُستخدم لتحليل استجابة الجسم للتمارين، تحديد القدرات البدنية، والتخطيط للبرامج التدريبية والصحية.

### 2.1 تعريف أدوات القياس البيوميكانيكي: (Biomechanical Research Tools)

هي أدوات وأجهزة تقنية تُستخدم لتحليل الحركات البشرية من حيث الشكل، السرعة، القوة، الزوايا، والتوازن، وذلك باستخدام مبادئ الفيزياء والهندسة لفهم الأداء الحركي بدقة.

ومن أبرز هذه الأدوات:

1. كاميرات التحليل الحركي (Motion Capture Cameras)

2. منصات قياس القوة الأرضية (Force Plates)

3. التحليل بالفيديو بالحركة البطيئة (High-Speed Video Analysis)

4. أجهزة قياس الزوايا والمجالات الحركية (Goniometers & Inclinometers)

5. أجهزة تحليل الضغط والتوازن (Pressure Mapping & Balance Systems)

تُساهم هذه الأدوات في تحسين الأداء الحركي، تحليل الأخطاء التقنية، والوقاية من الإصابات.

## 2. لمحة عامة عن أهمية القياسات الموضوعية في بحوث علوم الرياضة:

"القياسات الموضوعية" في سياق بحوث علوم الرياضة تشير إلى القياسات التي تعتمد على أدوات وأجهزة خارجية لتسجيل البيانات، وتكون مستقلة عن رأي أو تحيز الباحث أو الملاحظ بمعنى آخر، أن النتائج قابلة للتحقق بشكل مستقل ولا تعتمد على التفسير الشخصي.

. الخصائص الرئيسية للقياسات الموضوعية:

➤ **قابلة للقياس الكمي:** تعطي نتائج رقمية أو بيانات يمكن تحليلها إحصائياً.

➤ **مُوَحَّدة:** تستخدم إجراءات وأدوات قياس مُحددة وثابتة.

➤ **مستقلة عن الملاحظ:** لا تتأثر بآراء أو توقعات الشخص الذي يقوم بالقياس.

➤ **قابلة للتكرار:** يمكن الحصول على نتائج مماثلة بتكرار القياس في ظل الظروف نفسها.

تلعب القياسات الموضوعية دوراً حاسماً في تطوير المعرفة العلمية في مجال علوم

الأنشطة البدنية والرياضية، فهي توفر بيانات كمية دقيقة وموثوقة تمكن الباحثين من:

1. **تحديد وتقييم القدرات البدنية والفسيولوجية:** قياس المتغيرات مثل القوة العضلية، والسرعة، والتحمل القلبي الوعائي، واستهلاك الأوكسجين، ومعدل ضربات القلب بشكل مباشر.

2. **تحليل الأداء الحركي:** دراسة تفاصيل الحركة، مثل زوايا المفاصل، وسرعة الحركة، والقوى المؤثرة على الجسم.

3. **تقييم تأثير التدخلات:** قياس التغيرات الفسيولوجية والبيوميكانيكية الناتجة عن برامج التدريب المختلفة، أو التغذية، أو استخدام التكنولوجيا.

4. **مقارنة الأداء بين الأفراد والمجموعات:** توفير معايير موضوعية للمقارنة بين مستويات الأداء المختلفة.

5. **تطوير نماذج رياضية:** استخدام البيانات الموضوعية لبناء نماذج رياضية تُساعد في الفهم والتنبؤ بالأداء.

6. **اتخاذ قرارات مستنيرة:** دعم القرارات المتعلقة بالتدريب، والاختيار الرياضي، والوقاية من الإصابات بناءً على بيانات دقيقة.

**3. أنواع أدوات القياس الفسيولوجي والبيوميكانيكي ومبادئ عملها:**  
تتنوع أدوات القياس الفسيولوجي والبيوميكانيكي، ومن أمثلتها مايلي:

**1.3. أجهزة قياس معدل ضربات القلب: (Heart Rate Monitors)**  
تُستخدم لقياس وتسجيل معدل ضربات القلب أثناء الراحة وأثناء النشاط البدني، مما يوفر معلومات حول شدة التمرين والاستجابة القلبية الوعائية، تعتمد غالبًا على قياس الإشارات الكهربائية الناتجة عن انقباض عضلة القلب (ECG) أو على أجهزة استشعار بصرية (PPG) تقيس التغيرات في تدفق الدم عبر الجلد، تتطلب الدقة في استخدامها تثبيت الحساس بشكل صحيح على الجلد أو الصدر.

**2.3. أجهزة تحليل الغازات: (Gas Analyzers)**  
تُستخدم لقياس كمية الأكسجين المستهلك وثاني أكسيد الكربون المنتج أثناء التنفس، مما يسمح بتحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ( $VO_2Max$ ) وكفاءة استخدام الطاقة، تعمل عن طريق قياس تركيز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الهواء المستنشق والزفير. الدقة فيها تعتمد على معايرة الجهاز بشكل صحيح وضمان إحكام قناع التنفس لتجنب تسرب الهواء.

**3.3. أجهزة قياس القوة: (Force Plates, Dynamometers)**  
. **صفائح القوة: (Force Plates)** تُستخدم لقياس القوى التي يمارسها الجسم على الأرض أثناء الوقوف، المشي، القفز، أو الهبوط، توفر معلومات حول القوة العمودية والأفقية.  
. **مقياس القوة: (Dynamometers)** تُستخدم لقياس القوة العضلية الثابتة والديناميكية لمجموعات عضلية محددة (مثل: قوة قبضة اليد، قوة ثني الركبة).

**4.3. أنظمة تحليل الحركة: (Motion Capture Systems)**  
تستخدم كاميرات عالية السرعة وعلامات انعكاسية موضوعة على جسم الرياضي لتتبع حركة أجزاء الجسم بدقة ثلاثية الأبعاد، تسمح بتحليل زوايا المفاصل، وسرعات الحركة، والتسارع، والمسارات الحركية، الدقة تتطلب وضع العلامات بشكل صحيح على النقاط التشريحية المحددة ومعايرة نظام الكاميرات بدقة.

#### 4. أهمية الدقة في استخدام أدوات القياس الفسيولوجي والبيوميكانيكي:

إنّ الدقة في استخدام هذه الأدوات أمرٌ بالغ الأهمية، وذلك لضمان الحصول على بيانات موثوقة وصالحة، كما يُمكن أن تؤدي الأخطاء في القياس إلى استنتاجات خاطئة وتؤثر على جودة البحث العلمي والممارسة العملية، ويتطلب ذلك:

1. فهم مبادئ عمل الجهاز: وذلك بمعرفة كيفية عمل الأداة وماذا تقيس بالضبط.
2. اتباع إجراءات التشغيل القياسية: وذلك بالالتزام بتعليمات الشركة المُصنعة وبروتوكولات القياس المحددة.
3. المُعايرة المنتظمة: ويُقصد بذلك التأكد من أنّ الجهاز يُعطي قراءات دقيقة من خلال معايرته بشكل دوري باستخدام معايير معروفة.
4. التدريب الكافي للمستخدمين: يجب أن يكون القائمون بالقياس مُدربين بشكل جيد على استخدام الأجهزة وتفسير البيانات.
5. التحكّم في مصادر الخطأ: تحديد وتقليل العوامل التي قد تؤثر على دقة القياس (مثل: حركة الجلد، الضوضاء الكهربائية، الأخطاء في وضع العلامات).

#### 5. أمثلة على استخدام هذه الأدوات في بحوث الأداء والفسيولوجيا الرياضية:

##### . أوة: بحوث الأداء الرياضي:

- ✚ استخدام أنظمة تحليل الحركة لدراسة "بيوميكانيكا القفز العالي" بهدف تحديد التقنيات الأكثر فعالية لزيادة الإرتفاع وتقليل خطر الإصابة.
- ✚ استخدام صفائح القوة لتحليل القوى الأرضية أثناء الركض بسرعات مختلفة لفهم آليات توليد الدفع والكبح.
- ✚ استخدام أجهزة قياس القوة لتقييم تأثير برامج تدريب القوة المختلفة على قوة العضلات الخاصة برياضة معينة (مثل قوة الرمي في كرة اليد).

**. ثانياً: بحوث الفسيولوجيا الرياضية:**

✚ استخدام أجهزة تحليل الغازات لتحديد "الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين" (VO<sub>2</sub>Max)

لدى رياضيين في رياضات مختلفة ومقارنة متطلبات الطاقة لأنواع مختلفة من التمارين.

✚ استخدام أجهزة قياس معدل ضربات القلب لمراقبة استجابة القلب والأوعية الدموية لبرامج

تدريب التحمل المختلفة وتحديد نطاقات التدريب المثالية.

✚ دمج قياسات معدل ضربات القلب وتحليل الغازات لتقييم كفاءة الطاقة أثناء أداء المهارات.

**يشتمل الجدول التالي ملخص لأهم "أدوات القياس الفسيولوجي":**

الأداة	الوظيفة	الإستخدام
جهاز VO <sub>2</sub> max	قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين	تحديد القدرة الهوائية
جهاز ECG	تخطيط النشاط الكهربائي للقلب	مراقبة الجهد القلبي أثناء التمرين
جهاز قياس اللاكتيك	تحليل تركيز حمض اللاكتيك في الدم	تقييم العتبة اللاهوائية
أجهزة قياس ضغط الدم والنبض	متابعة الوظائف القلبية	متابعة الاستجابات الحادة والمزمنة
جهاز قياس حرارة الجسم الداخلية	تقييم التنظيم الحراري	الظروف المناخية والجهد
Dynamometers	قياس القوة العضلية	تقييم القوة الثابتة أو الديناميكية

**يشتمل الجدول التالي ملخص لأهم "أدوات القياس البيوميكانيكي":**

الأداة	الوظيفة	الإستخدام
Force Plate	قياس القوة الأرضية في حركات القفز أو الدفع	تحليل القوة والاتزان
Motion Capture Cameras	تصوير وتتبع النقاط المرجعية للجسم	تحليل السرعة والزوايا
Goniometer	قياس الزوايا بين المفاصل	تقييم مدى الحركة
Video Analysis Software	تحليل الحركات البطيئة والفيديو	دراسة الأداء الفني
Pressure Sensors	قياس توزيع الضغط على القدم أو الجسم	تحليل خطوات المشي أو الجري
Balance Platform	تحليل التوازن والثبات	تقييم التوازن الحركي والديناميكي

• خلاصة:

في ختام هذه المحاضرة، نوكد على الدور المحوري الذي تلعبه أدوات القياس الفسيولوجي والبيوميكانيكي في إرساء أسس موضوعية للبحث العلمي في مجال علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية.

لقد استعرضنا أهمية هذه القياسات في فهم وتقييم الأداء البشري، وقدمنا أمثلة على الأدوات الشائعة مثل أجهزة قياس معدل ضربات القلب، وأجهزة تحليل الغازات، وأجهزة قياس القوة، وأنظمة تحليل الحركة، كما بيّنا مبادئ عمل هذه الأدوات وشددنا على الأهمية القصوى للدقة في استخدامها لضمان الحصول على بيانات موثوقة.

إنّ الأمثلة التطبيقية في بحوث الأداء الرياضي والفسيولوجيا الرياضية توضح كيف تساهم هذه الأدوات في تعميق فهمنا لآليات الحركة والاستجابات الفسيولوجية، وتمكيننا من تطوير ممارسات تدريبية أكثر فعالية واستنادًا إلى الأدلة.

إنّ الإلمام بهذه الأدوات وتطبيقها بشكل صحيح يُمثل مهارة أساسية لكل باحث يسعى إلى المساهمة بفعالية في تقدم المعرفة في مجال علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية.