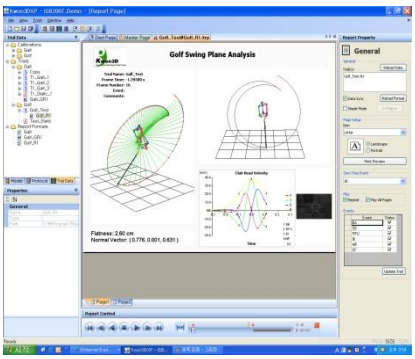
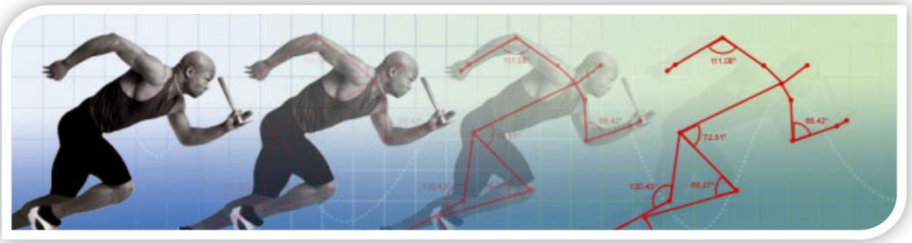
الفصل السابع

تقنيات الاجهزة الحديثة في التحليل الحركي









المقدمة:

أولًا: منظومة الأجهزة والتقنيات في تحليل الأداء الرياضي

تبدأ عملية تحليل الأداء في الرياضة الحديثة بجمع البيانات باستخدام **أنظمة تصوير متعددة**، حيث تُستخدم كاميرات فيديو عالية الدقة تُثبت في مواقع مختلفة حول الملعب لتوفير زوايا تصوير متنوعة (قريبة وبعيدة). وفي بعض الحالات، يتم استخدام **الطائرات بدون طيار** للحصول على رؤية شاملة من الأعلى تساعد في تحليل التشكيلات والمساحات.

كما تُستخدم أحيانًا كاميرات محمولة) مثل (GoPro لالتقاط تفاصيل دقيقة للحركة الفنية للاعبين من مسافات قريبة، مما يعزز دقة التحليل الحركي.

ثانيًا: تقنيات تسجيل ومعالجة البيانات

بعد جمع البيانات، يتم تخزين اللقطات عبر:

- بطاقات ذاكرة (SD)
- أو مباشرة على الحاسوب باستخدام برامج إدارة الوسائط

ثم يتم تحليل الفيديو باستخدام برامج متخصصة مثل:

- SportsCode
- Dartfish
- Nacsport

حيث تسمح هذه البرامج بـ:

- ترميز الأحداث (Tagging)
- تحديد اللحظات المهمة
- إنشاء قواعد بيانات للأداء
- حساب التكرارات والزمن والسياق لكل حدث

ثالثًا: دمج البيانات مع الأجهزة الذكية

يتم تعزيز التحليل من خلال دمج بيانات الفيديو مع:

- أجهزة التتبع القابلة للارتداء (GPS)
- بيانات الأداء البدني والحركي
- قواعد بيانات خارجية (مثل شركات الإحصاء الرياضي)

وهذا يسمح بالحصول على **تحليل شامل يجمع بين الأداء البدني والتكتيكي**.

رابعًا: عرض النتائج و اتخاذ القرار

تُقدم نتائج التحليل بطرق متعددة، منها:

- تقارير مكتوبة تتضمن الإحصائيات الرئيسية
- لوحات عرض تفاعلية (Data Visualization)
- مقاطع فيديو تحليلية مختصرة توضح نقاط القوة والضعف

وتُعد المقاطع المرئية من أكثر الوسائل تأثيرًا، حيث تساعد اللاعبين والمدربين على فهم الأداء بشكل مباشر.

خامسًا: التطور المستقبلي للتقنيات

يتجه مجال تحليل الأداء نحو:

- **الأتمتة باستخدام الذكاء الاصطناعي**
- استخدام **الرؤية الحاسوبية** لتتبع اللاعبين والكرة تلقائيًا
- تقليل العمل اليدوي في ترميز الأحداث
- التركيز على التحليل العميق واستخراج الرؤى

سادسًا: التحديات والمتطلبات المستقبلية

مع هذا التطور، تزداد الحاجة إلى:

- مهارات تحليل البيانات
- المعرفة التقنية

- القدرة على التعامل مع أنظمة معقدة

كما أن المجال لا يزال في مرحلة النمو، وتختلف درجة تبنيه بين الأندية حسب الإمكانيات والوعي بأهميته.

سابعًا: الأهمية العلمية والتطبيقية للتكنولوجيا الرياضية

أصبح استخدام الأجهزة والتقنيات الحديثة في التدريب الرياضي ضرورة أساسية، حيث:

- تسهم في تحسين الأداء وتطوير القدرات البدنية
- تساعد على تحقيق الإنجازات الرياضية العالمية
- تعتمد على أسس علمية وتجارب بحثية دقيقة

كما أن التفوق الرياضي لم يعد يعتمد على الموهبة فقط، بل على:
التوظيف العلمي للتكنولوجيا والبيانات

التقنيات الحديثة في مجال قياس بعض المتغيرات الميكانيكية والحركية

ان التقنية الحديثة في قياس الزمن عن طريق الكاميرات فائقة السرعة والمتصلة ببرامج معالجة بالكمبيوتر لتحديد زمن النهاية في جميع مسابقات المضمار ساعدت في بث الثقة في النتائج لدى المتسابق مما يساعده على أقصى جهد خلال السباقات.





أجهزة قياس السرعة الحركية

في المجال الرياضي

بوابات التوقيت الضوئية



- حساسات شُعاع ليزر
- فاس فياس زمن السيعة عالية

جدار فياس السرعة



- فيابس سرعة العداء أو الكرة
- تقنة دوإلر اڤياس السرعة اللحظية
- سهل السنخدم ودٌقيق

أجهزة GPS الرياضية



- فياس السرعة والمسافة
- تابس على الجسم ألناء التدرب

أنظـة السرعة الذكية



- ليزز + فيديو + ذكاء + لصطناعي
- تحلبل خطوة و نـردد السرعة

تنبح ألنخاء المسئمر	تحليل نكي وتطور	فياس دفيق للزمن	رضـد فوري

أجهزة قياس سرعة الريح





أجهزة قياس المسافة الكترونيا

أجهزة قياس المسافة إلكترونياً
في المجال الرياضي

تقنيات حديثة تستخدم لتحديد المسافة المقطوعة بدقة عالية أثناء الأداء الرياضي
دعمًا للتدريب، التحليل، والاتخاذ القرار الميني على البيانات.

1 أجهزة التتبع عبر الأقمار الصناعية (GPS)



- ترتدي على الجسم (سترة أو حزام)
- تعتمد على إشارات الأقمار الصناعية

تقيس:
- المسافة الكلية
- السرعة
- التسارع
- مناطق الجهد البدني

الاستخدام:
- التدريب المستمر
- كرة القدم
- العمل

2 أنظمة التتبع البصري (Video Tracking)



- كاميرات متعددة حول الملعب
- برامج تحليل لاستخراج المسافة لكل لاعب

المميزات:
- لا تحتاج أجهزة على اللاعب
- تحليل تكتيكي + بدني في نفس الوقت

الاستخدام:
- التحليل التكتيكي
- الملاعب الاحترافية

3 أجهزة القياس بالليزر (Laser)



- تستخدم أشعة الليزر لقياس المسافة بين نقطتين بدقة عالية

تتميز بـ:
- دقة عالية جداً
- نتائج فورية
- سهلة الاستخدام

الاستخدام:
- قياس المسافات القصيرة
- اختبارات الأداء الميدانية

4 عدادات الخطوات والحساسات الحركية (Pedometers & Accelerometers)

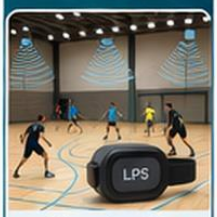


- تعتمد على استشعار الحركة والاهتزاز

تقيس:
- عدد الخطوات
- المسافة التقديرية
- النشاط البدني اليومي

الاستخدام:
- الأفراد
- الساعات الرياضية
- المتابعة اليومية

5 أنظمة التتبع بالراديو (RF / LPS)



- تعتمد على موجات راديوية داخل الملعب/الصالة

المميزات:
- دقة عالية في البيئات الداخلية
- تتبع لحظي للاعبين

الاستخدام:
- الصالات الرياضية
- البيئات الداخلية

مقارنة سريعة بين التقنيات

التقنية	الدقة	بيئة الاستخدام	أهم ميزة
GPS	عالية	خارجية (ملاعب، طرق)	تتبع شامل للأداء
التتبع البصري	عالية جداً	ملاعب	تحليل تكتيكي دون الحاجة لأجهزة
الليزر	عالية جداً	مسافات قصيرة	قياس مباشر وفوري
الحساسات	متوسطة	فردي	سهلة وملائمة للاستخدام اليومي
RF / LPS	عالية	داخلية (صالات)	بديل فعال لـ GPS في الداخل

الأهمية في التدريب الرياضي

- تحسين الحمل التدريبي
- مراقبة تطور اللاعب
- تقليل الإصابات
- دعم اتخاذ القرار بناءً على البيانات
- تحليل الأداء البدني بدقة

خلاصة علمية

- قياس المسافة أصبح رقمياً ودقيقاً
- يعتمد على (أقمار صناعات + تحليل بصري)
- يساهم في تحسين الأداء والنتائج
- يمثل أحد أهم أدوات التفوق الرياضي الحديث



تكنولوجيا القياس والتقويم البيوميكانيكي في المجال الرياضي

أولًا: القياسات الكينماتيكية(Kinematic Measurements)

تُعد القياسات الكينماتيكية أحد أهم فروع التحليل البيوميكانيكي، حيث تهتم بدراسة **وصف الحركة** دون التطرق إلى القوى المسببة لها، من خلال تحليل المتغيرات المرتبطة بـ **الزمن والمكان** أثناء أداء الحركة الرياضية.

مفهوم القياسات الكينماتيكية

تشير القياسات الكينماتيكية إلى تحليل حركة جسم الإنسان أو أجزائه عبر تتبع مسار الحركة، وتحديد خصائصها الزمنية والمكانية، بما يساهم في فهم الأداء الحركي وتحسينه.

أهم المتغيرات الكينماتيكية

تشمل القياسات الكينماتيكية مجموعة من المتغيرات الأساسية، منها:

- **الإزاحة :(Displacement)** مقدار التغير في موقع الجسم
- **الزمن :(Time)** المدة الزمنية للأداء الحركي
- **السرعة :(Velocity)** معدل التغير في الإزاحة
- **التسارع :(Acceleration)** معدل التغير في السرعة
- **الزوايا المفصلية :(Joint Angles)** زوايا حركة المفاصل أثناء الأداء
- **مسار الحركة :(Trajectory)** المسار الذي يسلكه الجسم أو جزء منه

التقنيات المستخدمة في القياس الكينماتيكي

شهدت القياسات الكينماتيكية تطورًا كبيرًا بفضل التكنولوجيا الحديثة، ومن أبرز هذه التقنيات:

(1أنظمة التصوير عالي السرعة

- كاميرات رقمية تصل إلى مئات الإطارات في الثانية
- تسمح بتحليل الحركات السريعة بدقة عالية

(2الكاميرات بالأشعة تحت الحمراء

- تُستخدم مع علامات عاكسة على الجسم
- توفر بيانات ثلاثية الأبعاد للحركة

(3التحليل بالفيديو ثنائي وثلاثي الأبعاد

- استخدام برامج متخصصة لاستخراج البيانات الحركية
- إعادة بناء الحركة وتحليلها رقميًا

(4أنظمة التقاط الحركة(Motion Capture)

- تعتمد على حساسات وكاميرات متعددة
- تُستخدم في المختبرات المتقدمة والرياضة الاحترافية

أهمية القياسات الكينماتيكية في الرياضة

تلعب القياسات الكينماتيكية دورًا أساسيًا في:

- تحسين الأداء الفني للحركات الرياضية
- اكتشاف الأخطاء الحركية وتصحيحها
- تقليل احتمالية الإصابات
- دعم القرارات التدريبية المبنية على بيانات علمية
- تطوير البرامج التدريبية وفق خصائص اللاعب

القياسات الكينماتيكية

تحليل حركة الجسم دون التطرق للقوى



دراسة خصائص الحركة ازمنيا ومكانياً



تحليل حركة الجسم الإنسان

أهم المنفيرات الكينماتيكية

السرعة

معدل التغير في الإزاحة



الزمن

المدة الزمنية الأداء



الإزاحة

قياس مقدار التغير في الموقع



مسار الحركة

تتبع مسار الحركة



الزوايا المفصلية

قياس زوايا حركة المفاصل



النسارع

معدل التغير في السرعة



القياسات الكيناتيكية

وتهتم بدراسة القوى المسببة للحركة وقياسها من خلال منصة قياس القوة Force plat form حيث تستخدم منصات قياس القوى المتطورة والتي تستطيع قياس المتجهات الثلاثة للقوى(XYZ) بالإضافة إلى عزمها وإلى أمكانية قياس توزيع الضغوط ووضعها في رسوم بيانية بغرض التشخيص العلمي للمهارات المختلفة في مسابقات الميدان والمضمار لمعرفة خصائصها الديناميكية لاستغلالها بكفاءة عالية في اتجاه الحركة الصحيح.

منصة قياس القوى force platform :

خصائص الجهاز:

قياسات الجهاز الكلية : تقيس المنصة القدرة العضلية على المحاور الثلاثة (Fx, Fy, Fz)، العزوم الثلاث (Mx, My, Mz).

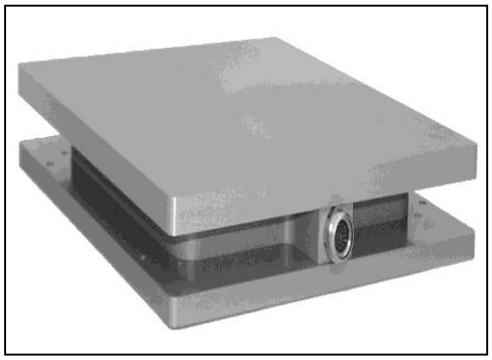
متطلبات التشغيل والاستخدام: إلكترونيات وحدة القياس الداخلية سهلة الاستخدام ويمكن توصيلها مباشرة بالحاسب الألى دون الحاجة لوصلات تعديل، وضع الجهاز على سطح مستوى فقط .

المكونات: المنصة ، سلك (كابل التوصيل)، التجهيز الكهربائي، والحاسب الآلي .

الإمكانات التحليلية: يستخدم الجهاز برامج التحليل المتقدم ، مثل برامج التحليل الحركي ، وبرامج التحليل الحيوي.

كاميرات متعددة متصلة (multi system camera) ببعضها البعض.





الاستفادة من الجهاز:

- تقييم ناتج القدرة العضلية الكلى لكل لاعب على حده .
- قياس ناتج أقصى انقباض إرادي، أو قهري (دورة الإطالة والتقصير) لعضلات الرجلين للاعبين.
- قياس عزوم القوة للرجلين في المحاور المختلفة.
- قياس تأثير رد فعل الأرض (أو سطح الملعب) على ناتج القدرة العضلية
- التنبؤ بالقدرة القصوى للاعب والفريق في ضوء الخصائص التدريبية.
- تقنين الأحمال التدريبية للقدرة العضلية في ضوء الخصائص الميكانيكية للقياس.



يعتمد النظام على تسجيل **توزيع الضغط الأخمصي (Plantar Pressure Distribution)** أثناء مراحل الارتكاز المختلفة، مع تحليل:

- طول الخطوة(Step Length)
- طول المشية(Stride Length)
- زمن الارتكاز والطيران(Stance & Swing Time)
- سرعة المشي(Gait Velocity)
- التماثل الحركي بين الطرفين السفليين(Bilateral Symmetry)

كما تتيح الكاميرا المرافقة تسجيل الحركة بصريًا لدعم **التحليل الحركي ثنائي الأبعاد (2D Motion Analysis)**، مما يسمح بدمج البيانات الكمية مع التقييم البصري للوضعيات الميكانيكية للمفاصل.

الدلالة التطبيقية

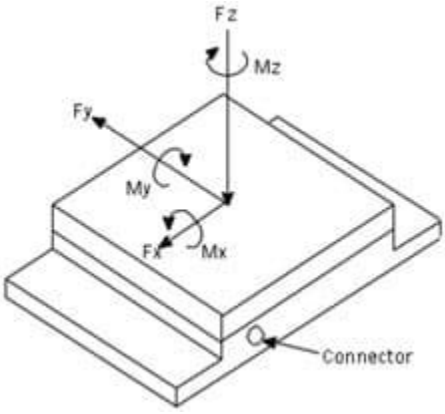
يُستخدم هذا النوع من الأنظمة في:

- تقييم اضطرابات المشي العصبية(Neurological Gait Disorders)

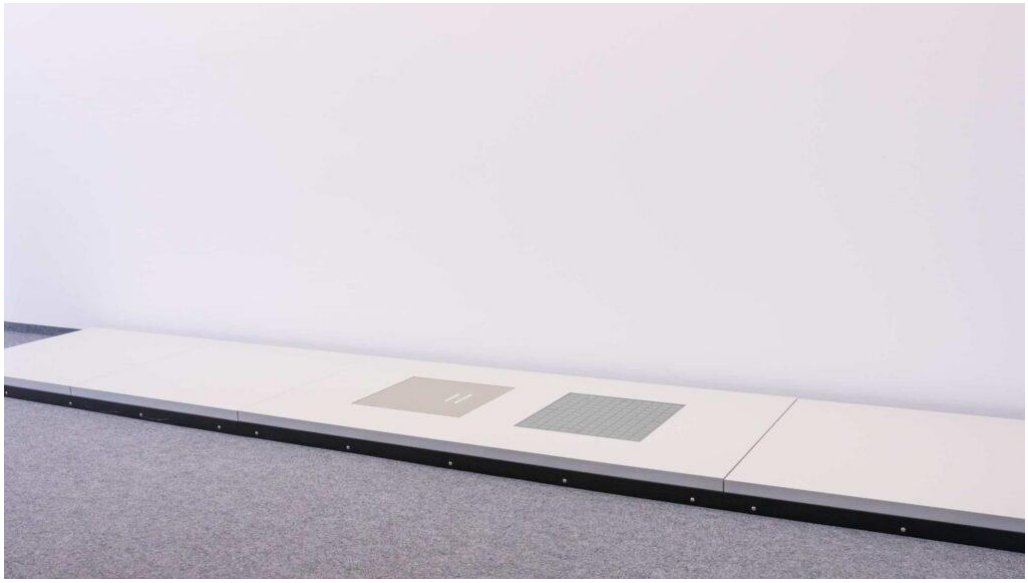
- إعادة التأهيل بعد إصابات الطرف السفلي
- تحليل الأداء الرياضي
- تقييم مخاطر السقوط لدى كبار السن
- الدراسات البحثية في الميكانيكا الحيوية(Biomechanics Research)

ثنائي الأبعاد أو ثلاثي الأبعاد

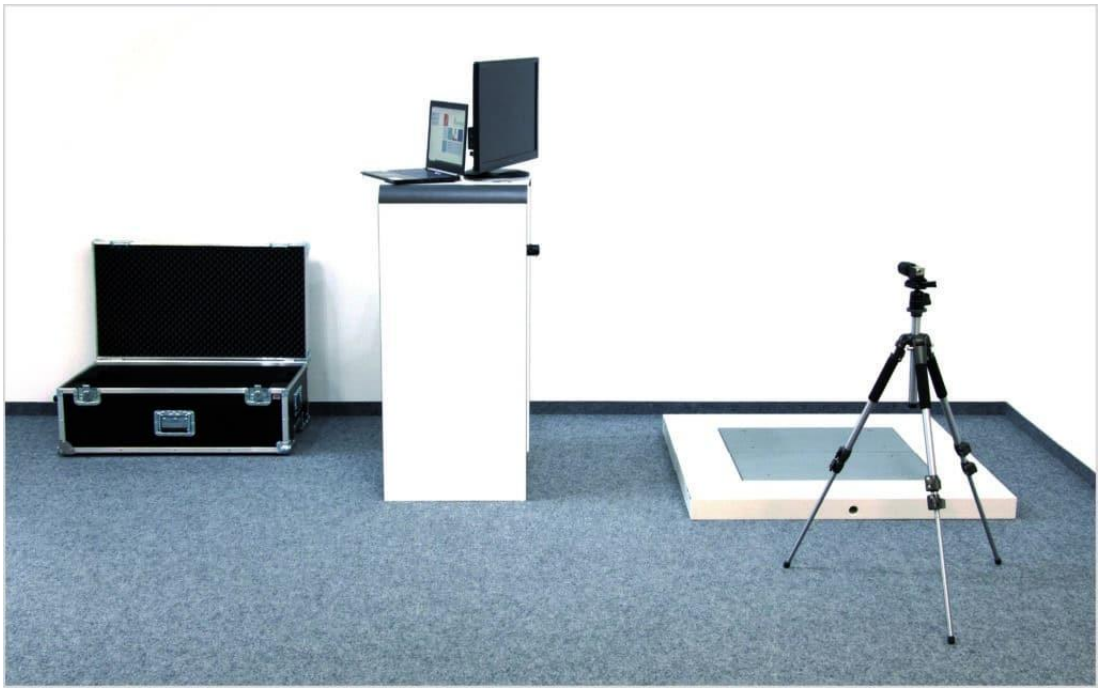
.(CoM) باستخدام **ألواح قياس القوة ثنائية الأبعاد** ، يمكن تحديد القوة الرأسية ومركز الكتلة
وثلاثة z و y و x باستخدام **ألواح القوة ثلاثية الأبعاد** ، يقومون بقياس ثلاثة مكونات للقوة على طول المحاور
.ليصبح المجموع ستة مخرجات z و y و x مكونات للعزم حول المحاور



ثابت أو متنقل



في المختبر كوحدة مثبتة بشكل دائم قائمة بذاتها، أو مثبتة بشكل **يمكن استخدام ألواح قياس القوة الثابتة**
.معياري، أو مغمورة في الأرضية



تتوفر ألواح قياس القوة المتنقلة للاستخدامات المتنوعة. وتتميز بمرونة عالية وسهولة النقل.

أحادي أو ثنائي



تتميز الألواح المفردة بشكل خاص بسطحها الأمثل للوقوف والقياس. وينصب التركيز على المرونة فيما يتعلق بالأنشطة المختلفة وأطوال الخطوات.



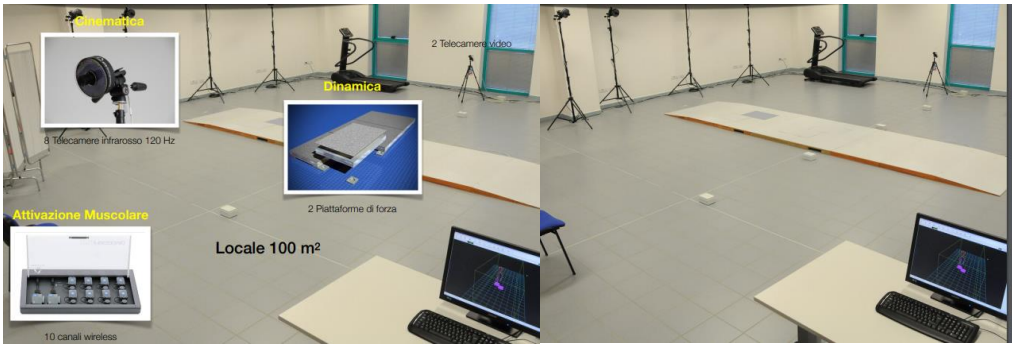
تتمثل ميزة **الألواح الثنائية** في إمكانية تسجيل كلتا لوحتي القياس بشكل منفصل. وبهذه الطريقة، يمكن تحديد التماثل الجانبي أثناء الحركة والاختلالات المصاحبة له.



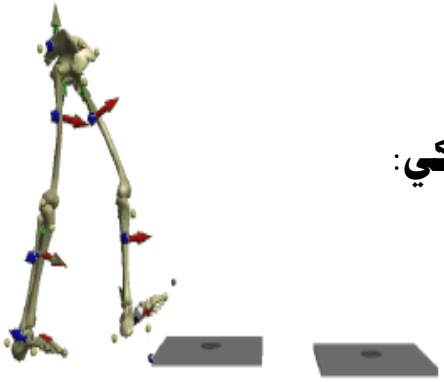
المزودة بمستشعرات قوة ثلاثية الأبعاد (Kistler و Contemplas مثل)يتم استخدام كتلة بداية العدو السريع لتسجيل جميع القوى ذات الصلة التي تحدث أثناء بدايات العدو السريع.

تحليل بداية السباق السريع

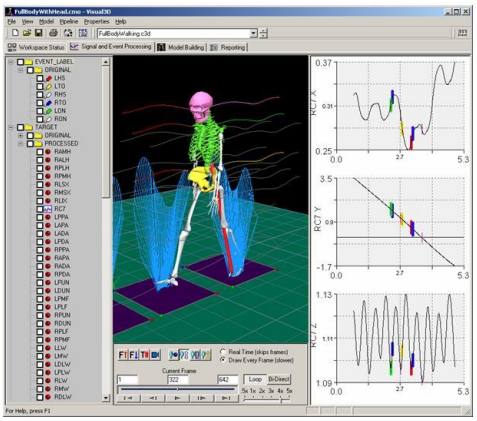
شكل يوضح توزيع ضغوط القوى المسببة في حركة المشي ووضعها في رسوم بيانية من خلال منصة قياس القوة Force plat form



https://people.unica.it/pau/files/2019/09/Pau_baropodometria.pdf

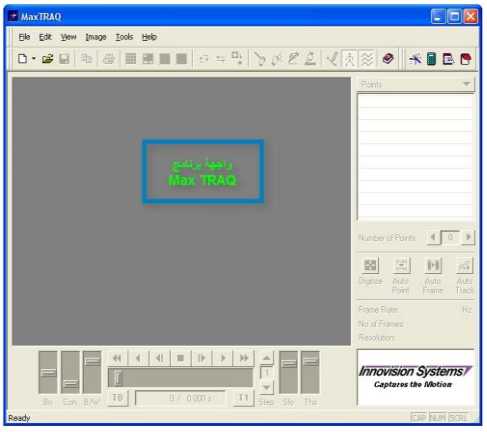


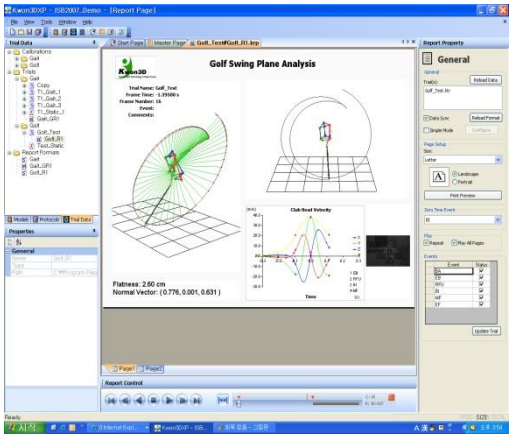
بعض البرامج المستخدمة في التحليل الحركي:



برنامج max

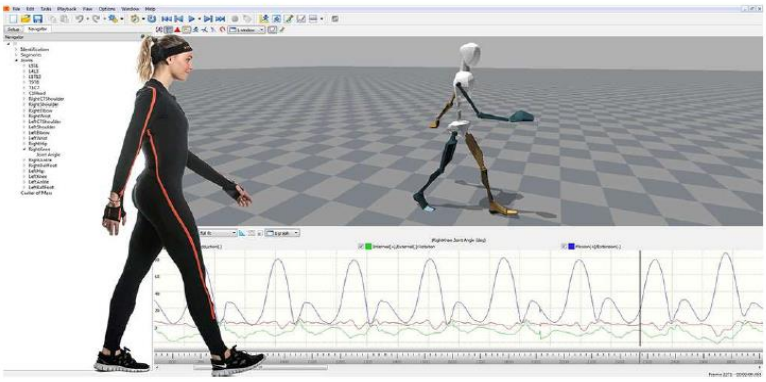
برنامج kwon 3D





بدلة قياس وتقويم الحركة من حيث المتغيرات الميكانيكية

عبارة عن بدلة يرتديها الشخص المراد تقيمه وعند جركته تظهر لدي على اجهزة الكمبيوتر بمستقبلات خاصة وتعطي المدى الحركي لجميع مفاصل الجسم مع امكنية تصويره اثناء اداء الحركة ويمكن استخدامها في المعامل او الميدان







A. GRAIL " Gait Real Time Analysis Interactive laboratory "

جهاز تحليل سرعة المشي والجري وكينماتيكا حركة الجسم

قياس التوازن الحركي ووظائف الجهاز



IsoShift:



يعتمد الجهاز على مبدأ التدريب في بيئة غير مستقرة ((Instability Training، حيث يقف المتدرب على قاعدة دائرية متحركة تسمح بالإزاحة متعددة الاتجاهات، مما يزيد من:

- تنشيط العضلات العميقة المثبتة للمفاصل ((Deep Stabilizers
- تحسين التحكم الوضعي ((Postural Control
- تطوير التوازن الديناميكي ((Dynamic Balance
- رفع كفاءة التكامل الحسي الحركي ((Sensorimotor Integration

التمارين الظاهرة في الصور تشمل:

1. سحب ودفع علوي ((Upper Pull/Press Patterns

تنشيط الكتف والجذع مع تحدي التوازن.

2. تمارين مقاومة أحادية الجانب ((Unilateral Resistance

لتحسين الاستقرار الجانبي ومنع الانحرافات الحركية.

3. حركات دورانية ((Rotational Movements

لتقوية السلسلة الحركية المائلة (.(Oblique Sling System

4. تمارين الجلوس على كرة طبية مع مقاومة

لزيادة تفعيل عضلات الجذع وتحسين الثبات المركزي (.(Core Stability

الدلالة في التحليل الحركي:

هذا النوع من الأجهزة مفيد في:

برامج إعادة التأهيل بعد إصابات الرباط الصليبي.

تحسين التوازن لدى كبار السن.

تدريب الرياضيين في الألعاب التي تتطلب ثباتًا ديناميكيًا (كرة القدم، التنس، الجمباز).

تطوير القوة الوظيفية ثلاثية المستويات (.(Sagittal – Frontal – Transverse Planes

Abernethy, B., Baker, J., & Côté, J. (2005). Transfer of pattern recall skills may contribute to the development of sport expertise. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 27*(1), 1–20.

Anderson, T. (1996). Biomechanics and running economy. *Sports Medicine, 22*(2), 76–89.

Ayranci, M., & Aydin, M. K. (2025). The complex interplay between psychological factors and sports performance: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE, 20*(8).

Bahr, R., & Krosshaug, T. (2005). Understanding injury mechanisms: A key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine, 39*(6), 324–329.

Bartlett, R. (2014). *Introduction to sports biomechanics* (2nd ed.). Routledge.

Bernstein, N. A. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. Pergamon Press.

Clemente, F. M., Scanlan, A. T., Ramirez-Campillo, R., et al. (2025). The correlations between training load parameters and physical performance adaptations in team sports. *Sports Medicine – Open, 11*, 156.

Davids, K., Button, C., & Bennett, S. (2008). *Dynamics of skill acquisition*. Human Kinetics.

Dhahbi, W., Jebabli, N., Boujabli, M., et al. (2025). Machine learning and deep learning applications in sports biomechanical analysis. *Proceedings of the International Society of Biomechanics in Sports (ISBS)*.

Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement* (4th ed.). Human Kinetics.

GIS. (2026). *What is a performance analyst? Roles, tools and career path*.

Hay, J. G., & Reid, J. G. (2012). *Anatomy, mechanics, and human motion* (3rd ed.). Pearson.

Hochmuth, G. (1982). *Biomechanik sportlicher Bewegungen*. Sportverlag Berlin.

Hughes, M., & Bartlett, R. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences, 20*(10), 739–754.

Knudson, D. (2007). *Qualitative diagnosis of human movement*. Human Kinetics.

Knudson, D. (2020). *Fundamentals of biomechanics* (3rd ed.). Springer.

Knudson, D., & Morrison, C. (2002). *Qualitative analysis of human movement*. Human Kinetics.

Krizkova, S., Tomaskova, H., & Tirkolaee, E. B. (2021). Sport performance analysis with a focus on racket sports. *Applied Sciences, 11*(19), 9212. https://doi.org/10.3390/app11199212

Latash, M. L. (2021). Recent advances in motor control and coordination. *Frontiers in Human Neuroscience, 15*, 1–15. https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.00000

Lees, A. (2002). Technique analysis in sports: A critical review. *Journal of Sports Sciences, 20*(10), 813–828.

Lochbaum, M., & Sisneros, C. (2024). Situational and dispositional achievement goals and sport performance. *Sports, 12*, 299. https://doi.org/10.3390/sports12090299

LongoMatch. (2025). *Top 5 skills every aspiring sports analyst should develop*.

Martinez Arastey, G. (2018). *The role of a performance analyst in sports*. Sport Performance Analysis.

McGill, S. (2016). *Low back disorders* (3rd ed.). Human Kinetics.

McGinnis, P. M. (2021). *Biomechanics of sport and exercise* (4th ed.). Human Kinetics.

Meinel, K., & Schnabel, G. (2007). *Bewegungslehre – Sportmotorik* (11th ed.). Meyer & Meyer.

NBA.com. (2025). *Intro to expected field goal percentage*.

NBA Public Relations. (2016). *STATS LLC and NBA to make STATS SportVU player tracking data available*.

NFL Football Operations. (n.d.). *NFL Next Gen Stats: Technology*.

Newell, K. M. (1986). Constraints on the development of coordination. In M. G. Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), *Motor development in children* (pp. 341–360). Martinus Nijhoff.

Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D., & Hawley, J. A. (2004). Factors affecting running economy. *Sports Medicine*, *34*(7), 465–485.

Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2019). *Motor learning and performance* (6th ed.). Human Kinetics.

Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2008). *Motor learning and performance*. Human Kinetics.

Sport Horizon. (2025). *The role of the performance analyst is changing*.

Sport Performance Analysis. (2021). *Artificial intelligence (AI) in sports* (Patrick Lucey / Stats Perform).

Stats Perform. (n.d.). *Opta event definitions*.

Stats Perform. (n.d.). *Opta feeds and Opta Vision (event and tracking synchronization)*.

Stats Perform. (2019). *STATS launches AutoSTATS to capture tracking data via broadcast video*.

Stats Perform. (2025). *Applications of generative AI in sport: Latest trends in AI in sport* (P. Lucey).

Teferi, G., & Endalew, D. (2020). Methods of biomechanical performance analyses in sport. *American Journal of Sports Science and Medicine, 8*(2), 47–52.

The Analyst. (2023). *What is expected goals (xG)?*

Universidad Europea. (n.d.). *Sports performance analyst*.

University of British Columbia. (2012). *Learning to track and identify players from broadcast sports video* [PDF].

Vaughan, C. L., Davis, B. L., & O'Connor, J. C. (1999). *Dynamics of human gait*. Kiboho Publishers.

Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement* (4th ed.). Wiley.

Hoffman, S. J. (1983). Introduction to kinesiology. Wiley.

Hay, J. G., & Reid, J. G. (1982). The anatomical and mechanical bases of human motion. Prentice Hall.

Knudson, D., & Morrison, C. (2002). Qualitative analysis of human movement. Human Kinetics.

Radford, J. (1989). Cognitive processes in movement observation. Human Kinetics.