التحليل الحركى

يعتبر التحليل الحركى ترجمة حقيقية لما أفادت به علوم الحركة من التطورات التكنولوجية سواء كان فى الأجهزة أو فى الأدوات أو فى طرق البحث. حيث أنه يعتمد على مجموعة من المبادىء الأساسية المستقاة من نظريات وقوانين العلوم المرتبط بنشاط الجسم البشرى لتوفير القدرة الكافية لتحقيق أفضل طرق تعليمية وتدريبية لدى القائمين بهذه العملية.

فغالبًا ما يحتاج العاملين فى مجال التدريس والتدريب إلى تحليل منطقى للحركات والمهارات الرياضية والدخول إلى تفاصيل هذا الأداء وذلك عن طريق دراسة المتغيرات التى تفسر هذا الأداء.

ويصنف التحليل الحركى إلى نوعين رئيسيين هما :

- التحليل الكيفى Qualitative analysis

- التحليل الكمى Quantitative analysis

وبنفس المفهوم الذى تناولنا به دراسة الحركة كينماتيكيا وكيناتيكيا فإن التحليل الكيفى يعتمد على وسائل وأدوات تحقق توفير للمعلومات الوصفية التى تفسر الأداء، فى حين أن التحليل الكمى يعتمد على وسائل وأدوات وأجهزة توفر معلومات كمية ترتبط بالأداء من حيث أسبابه وما ينتج عنه.

والتحليل الحركى بصفة عامة مهما اختلفت مستوياته يوفر للمدرس أو المدرب النقاط الأساسية التالية:

* المعرفة التامة والدقيقة بالمهارات والحركات المراد تعليمها أو التدريب عليها من الناحية الفنية والأسس العلمية المرتبطة بهذه الفنيات.
* المعرفة المسبقة باستعدادات الممارسين وإمكاناتهم الخاصة.
* إمكانية ترجمة الحقائق العلمية المرتطة بالأداء إلى مواقف تعليمية يسهل استيعابها.
* بناء البرامج التدريبية سواء فى الإعداد البدنى أو الإعداد المهاري والخططى بناء على هذه الحقائق.

ونظرًا لما يمثله التحليل الحركى من أهمية قصوى للقائمين على عملية تدريب وتعليم المهارات الرياضية فإن الأمر يتطلب توافر المعرفة الكافية عن قواعد التحليل الحركى والتى تعتمد على المبادىء الأساسية لكل من علم الحركة التشريحى والميكانيكا الحيوية والعلوم الأخرى المرتبطة بالحركة.

وقد مر التحليل الحركى كغيره من العلوم المرتبطة بالحركة الرياضية بمراحل متعددة انتهت إلى تصنيفه إلى أنواع رئيسية هى:

١ ـ التحليل الحركى المبدئى (بدون استخدام التسجيل المرئى).
٢ ـ التحليل الحركى باستخدام التصوير (سينما ـ فيديو ـ أشعة دون الحمراء).
٣ ـ التحليل الحركى باستخدام التصوير المركب (سينما ـ فيديو ـ أشعة دون الحمراء).

اولا : التحليل الحركى المبدئى (بدون استخدام التسجيل المرئى) :

وهذا التحليل يعتمد بالمقام الأول على خبرة كل من المدرس والمدرب

وقدرته على ملاحظة الأداء بفكر تحليلى دقيق، وفيه تتم الملاحظة المقننة للأداء من خلال تكرار متابعة المعلومات الحركية المراد دراسها، وتمثل المعلومات الأساسية فى كل من تشريح الجسم بالإضافة إلى القواعد والمبادىء الميكانيكية الأولية القاعدة العريضة التى تبنى عليها خطوات هذا النوع من التحليل والتى يبدأ التفكير فيها ووضع تصور عنها بمجرد تكرار الملاحظة.

وتعتبر المعلومات المطلوب توافرها عن الأداء على نفس مستوى الأهمية بمعرفة الدارس لإجراءات التحليل فبمجرد أن تتم الملاحظة تبدأ مهارة التحليل والتى تعتمد على توافر قدر كاف من المعلومات إلى جانب القدرة على التحليل المنطقى لمكونات يتم ملاحظتها.

وهذه المهارة يمكن اكتسابها عن طريق متابعة طرق أداء أشكال مختلفة من المهارات لعدد كبير من المرات مع الأخذ فى الاعتبار بتحديد المكونات التي يجب ملاحظتها فى كل مرة وعزل هذه المكونات عن باقى مكونات المهارة ككل. كأن تتم ملاحظة حركة الذراع الرامى فى رمى الرمح مثلاً دون تشتيت الانتباه بالتركيز على باقى حركات أجزاء الجسم.

المعلومات المرتبطة بالمهارة المراد تحليلها :

تعتمد القدرة على القيام بهذه العملية على الإلمام التام بطبيعة المهارة المحللة والهدف الأساسى منها، حيث أن عدم استيعاب طبيعة الأداء والهدف منه، يسبب صعوبة كبيرة فى تحديد المتغيرات المصاحبة للمهارة المدروسة، كما أنه قد يؤدى إلى سوء تقدير لنوع البيانات المراد تجميعها عن الأداء.

والفرد المدرب على مهارة التحليل يكون قادرًا على مناقشة الجوانب الكمية فى الأداء رغم عدم قياسها، وفى التحليل الحركى المبدئى قد لا يكون التقدير الكمى على درجة كبيرة من الدقة ولكنه عادة ما يتم دراسة المعدلات بشكل نسبى كأن نلاحظ مثلاً أن سرعة الركبة عند رفع القدم فى خطوة

الجرى تكون من سرعة القدم وأن هذه العلاقة النسبية تتغير بتغير حركة القدم عند مرجحتها للأمام لاستكمال الخطوة.

ومن الأمثلة التى يمكن تناولها فى عمليات التحليل الحركى المبدئى، فى محاولة لإيضاح هذا النوع من التحليل والذى يعتمد على التسلسل المنطقى فى التفكير، النموذج الذى اقترحه روس Ross ١٩٥٩ حيث اقترح أن تتم عملية الملاحظة بناءً على متابعة حركة أجزاء الجسم على النحو التالى:

١ ـ الزمن الكلى للأداء.

٢ ـ حركة العمود الفقرى والحوض.

٣ ـ نقطة اتصال الجسم بالأرض أو الجهاز أو أى جسم آخر.

٤ ـ حركات الرأس والكتفين.

٥ ـ حركة الذراعين واليدين.

٦ ـ حركة الفخذين.

٧ ـ تفاصيل ما يحدث فى كل الخطوات السابقة فى حركة المتابعة.

وبصفة عام يجب أن يكون هذا النوع من التحليل الحركى واض ومحدد الأهداف، بحيث تكون الأسئلة المطروحة حول تفسير النقاط السبعة السابقة محددة وتخدم الأهداف المراد إجراء التحليل من أجلها.

وغالبًا ما تستخدم استمارة خاصة، بحيث يتولى عملية تسجيل الملاحظات والمعلومات التى تجيب على الأسئلة المطروحة أفراد مدربين سبق لهم اتباع هذا الأسلوب من الملاحظة، كما يفضل أن يكونوا ممن درسوا المقررات الأساسية لعلم الحركة.

وفى البداية يمكن التدريب على ملاحظة مهارات بسيطة لا تستغرق زمن أداء طويل مع مراجعة الملاحظات والتأكيد على المعلومات الأساسية المطلوب متابعتها.

وعادة ما يكون مثل هذا الأسلوب ذو فعالية عالية بالنسبة للمدرب، حيث أن ملاحظة أخطاء الأداء تساعد فى اختيار التدريبات المناسبة والخاصة بعلاج هذه الأخطاء حيث يجب أن تكون هذه التدريبات شاملة للنقاط الرئيسية التالية:

١ ـ تمارين محددة لتنمية الصفة التى يلاحظ تأثيرها على الأداء بشكل ملحوظ.

٢ ـ شدة الحمل وحجم الحمل المستخدمين لهذه التمارين.

٣ ـ سرعة أداء التمرين وارتباطه بطبيعة الأداء المهارى.

★ التحليل الحركى للمهارات الرياضية بتقسيمها إلى مراحلها :

لقد شاع استخدام تقسيم المهارة الرياضية إلى مراحلها بهدف تسهيل إجراءات التعليم والتدريب، وقد بنى هذا التقسيم على أساس الهدف الميكانيكى الأساسى من المهارات الرياضية والجدول التالى يوضح قائمة بالأهداف الميكانيكية الأساسية لمعظم المهارات الرياضية.

جدول (١)

قائمة الأهداف الميكانيكية الأساسية للمهارات الرياضية

الهدف الميكانيكى الأساسى	المهـــارة
١ ـ انطلاق الأداة أو الجسم لأقصى مسافة أفقية	قرص ـ رمح ـ جلة ـ وثب طويل
٢ ـ انطلاق الأداة أو الجسم لأقصى ارتفاع رأسى	وثب عالى ـ زانة ـ دورانات هوائية
٣ ـ انطلاق الأداة بمستوى عال من الدقة	السهام ـ الرماية ـ التصويب بأنواعه
٤ ـ انطلاق الأداة بمستوى عال من الدقة مع توافر عنصر السرعة	الضرب الساحق ـ الإرسال فى التنس الإرسال فى الكرة الطائرة

٥ ـ التغلب على مقاومات	السباحة ـ المصارعة ـ الجودو
٦ ـ حركة الجسم لمسافة محددة مع أو بدون زملاء	السباحة
٧ ـ تحريك الجسم وأجزائه لانجاز نمط حركى محدد	جمباز ـ باليه ـ غطس ـ كمال أجسام
٨ ـ تحريك الجسم فى ظروف بيئية ميكانيكية مختلفة	الغوص ـ تسلق الجبال.

واستخدام الهدف الميكانيكى الأساسى فى تصنيف المهارات الرياضية، ليس إلا مجرد تحديد مبدئى يساعد فى التحديد القاطع لبدايات ونهايات المراحل التى يمكن أن تقسم لها المهارة.

مما سبق يتضح أن إجراءات التحليل الحركى المبدئى، يمكن تلخيصها على النحو التالى:

١ ـ تحديد الهدف الميكانيكى الأولى للمهارة موضوع التحليل.

٢ ـ تحديد المبادىء والأسس التشريحية والوظيفية والميكانيكية التى تؤثر فى فعالية الأداء.

٣ ـ التعرف على المحددات التى تحكم أداء كل مهارة ومنها:

أ ـ البيئة الميكانيكية التى تؤدى فيها المهارة (نوع سطح الأرض ـ سرعة الريح. . . . الخ).

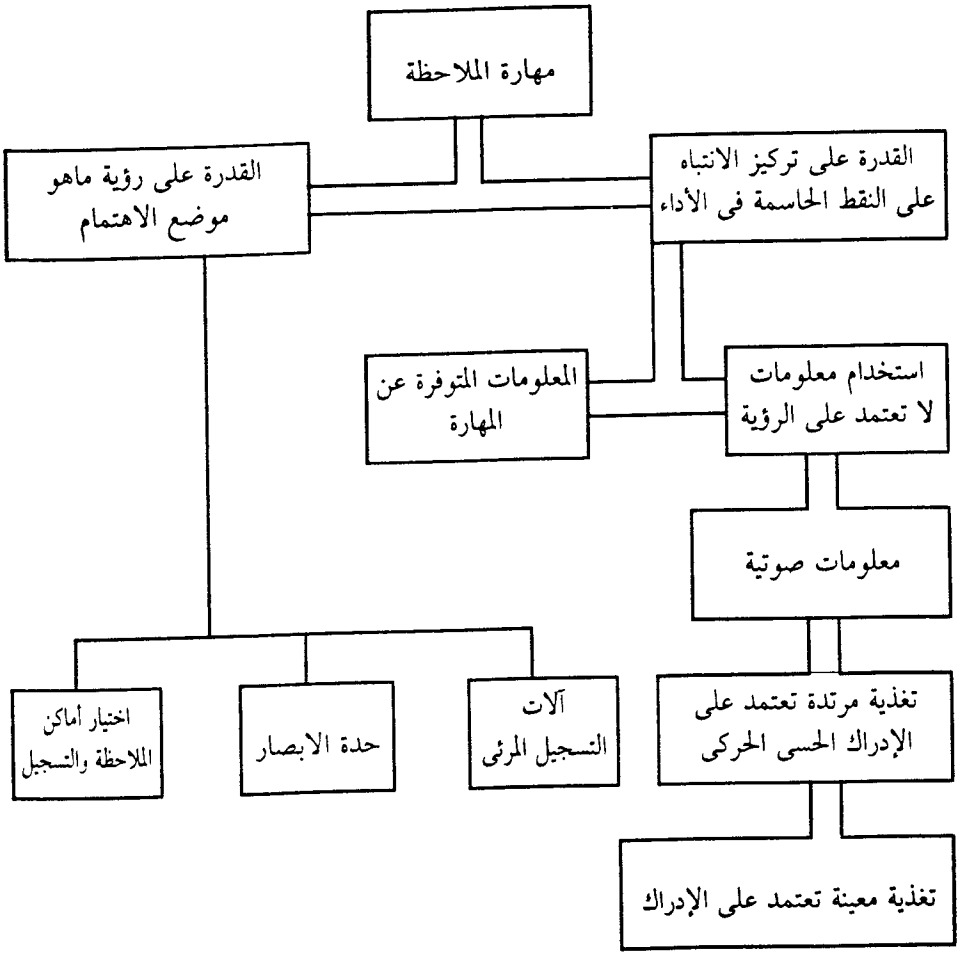
ب ـ الخصائص الانثروبومترية وكذلك أى خصائص أخرى مميزة للاعب المؤدى.

جـ ـ الحركة السابقة والحركة اللاحقة للمهارة.

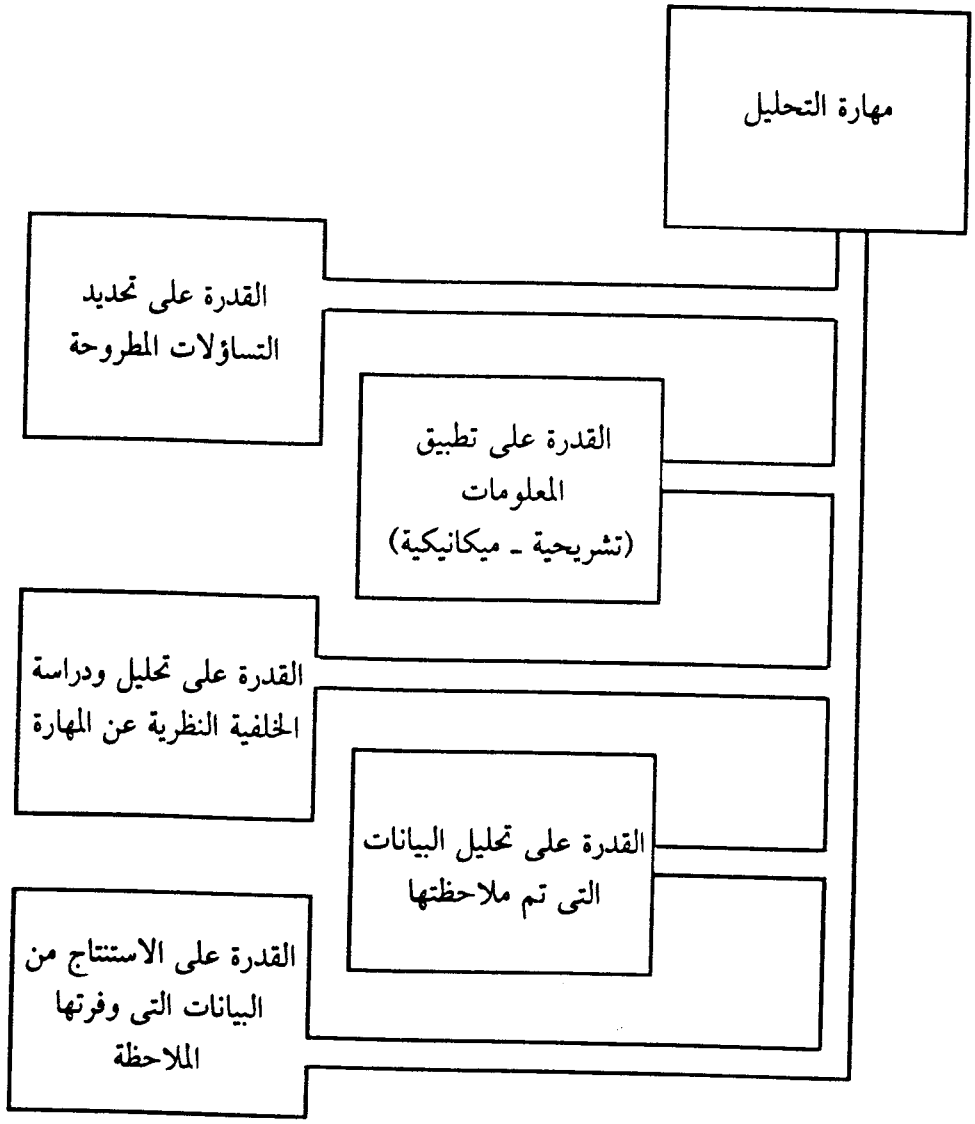
وسوف نلخص كل من مهارة الملاحظة ومهارة التحليل فى الشكلين التاليين.

ثانيا : التحليل باستخدام التصوير

تطور هذا النوع من التحليل بتطور وسائل التسجيل المرئى ما بين آلة التصوير الفوتوغرافية العادية وحتى أجهزة الأشعة دون الحمراء وأجهزة المجال المغناطيسى.



شكل ( ) مكونات مهارة الملاحظة



شكل ( ) مكونات مهارة التحليل

وكانت الفكرة الأساسية من استخدام التصوير هى تسجيل تفاصيل حركية يمكن الرجوع إليها ودراسة متغيراتها فى وقت لاحق.

ونظرًا لأن هناك العديد من الحركات والمهارات التى تؤدى كاملة أو تؤدى مراحلها فى لحظات متناهية فى الصغر وبحيث لا تتمكن العين من ملاحظتها، فقد كان لسرعة التصوير أهمية كبيرة فى تسجيل تفاصيل هذه اللحظات فتطورت آلات التصوير سواء السينمائى أو الفيديو لكى تسجل الأحداث الحركية بمعدلات سرعة تصل فى بعض الأحيان إلى ٢٠٠٠ صورة فى الثانية الواحدة.

ولكى يتم تحليل المهارة الرياضية باستخدام التصوير فهناك مجموعة من الإجراءات والشروط التى يجب اتباعها سواء بالنسبة للمؤدى أو بالنسبة لآلة التصوير نفسها أو بالنسبة للخطوات التى تتبع فى عملية التحليل.

* إن الفكرة الأساسية من التحليل الذى يعتمد على التصوير المتسلسل سواء السينمائى أو الفيديو أو تسجيل حركة نقط مرجعية محددة باستخدام الأشعة دون الحمراء أو المجال الحرارى أو المغناطيسى هى حساب التغير الزمانى المكانى لأجزاء الجسم بالنسبة لنقط مرجعية محددة. ثم استنتاج كافة المعلومات الكنياتيكية والكينماتيكية بمعلومية كل من الزمن والإزاحة وكذلك بمعلومية كتلة الجسم ككل وكتل أجزاؤه تباعًا على جداول محددة تساعد فى حساب كتلة كل جزء من أجزاء الجسم ومكان هذه الكتلة أو بمعنى آخر مركز ثقلها على المحور الطولى المعبر عن هذا الجزء. كما هو موضح فى جدول (٢).

جدول (٢)

أماكن مراكز ثقل الأجزاء والأوزان النسبية لها (بلاجنهوف ١٩٨٣)

الجزء	مكان مركز الثقل		الوزن النسبى رجل	الوزن النسبى سيدات
الرأس	خلف حلمة الأذن		٪٨,٢٦	٪ ٨,٢٠
الجذع	,٦٣٠	تقاس هذه الأطوال من الطرف البعيد للطرف القريب من محور الجسم	٪٥٥,١٠	٪ ٥٣,٢٠
العضد	,٤٣٦		٪٣,٢٥	٪ ٢,٩٠
الساعد	,٤٣٠		٪١,٨٧	٪ ١,٥٧
اليد	,٤٦٨		٪,٦٥	٪ ,٥٠
الفخذ	,٤٣٣		٪١٠,٥	٪ ١١,٧٥
الساق	,٤٣٤		٪٤,٧٥	٪ ٥,٣٥
القدم	,٥٠		٪١,٤٣	٪ ١,٢٣

ويتميز هذا النوع من التحليل سواء كان باستخدام التصوير السينمائى أو الفيديو أو الأشعة تحت الحمراء، فى إمكانية عرض ما يتم ملاحظته من بيانات أثناء أداء المهارة حيث يحقق التسجيل فرصة تكرار الملاحظة فى أى وقت والتعامل مع هذه البيانات بأساليب مختلفة من المعالجة.

هذا بالإضافة إلى أن هذا الأسلوب يسمح بمتابعة التفاصيل الدقيقة للأداء والتى لا تلاحظها العين المجردة خاصة إذا استعملت سرعات تصوير عالية.

ويتطلب استخدام هذا الأسلوب دراية كاملة بالمعلومات العلمية والتكتيكية الخاصة بالأداء حتى يمكن تحديد الأهداف المراد الوصول إليها من التحليل.

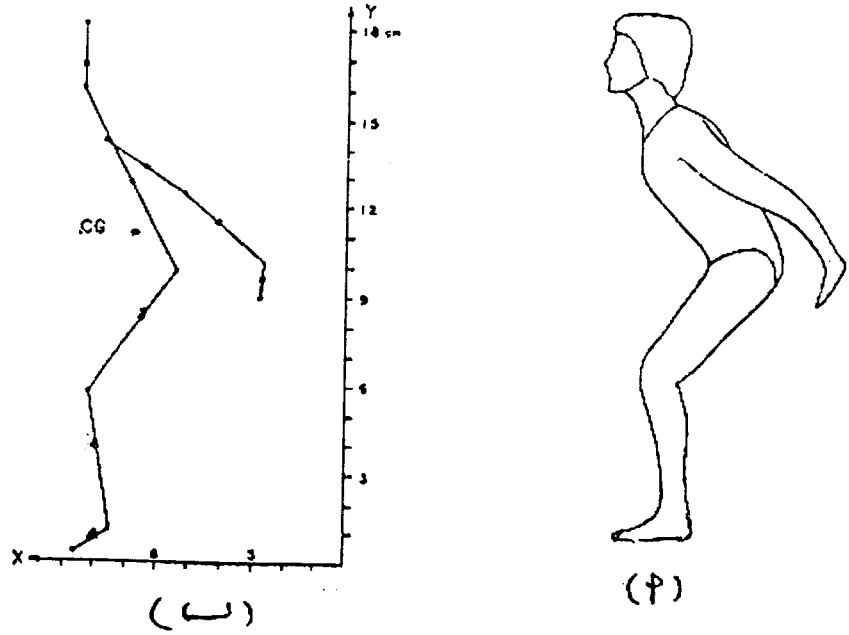
وتختلف مستويات التحليل بالنسبة لمستوى الدارسين ونوع البيانات المراد الحصول عليها، فقد يكتفى بأن تتم ملاحظة الفيلم لعدة مرات عن طريق

النظام الذى يسمى باللون أو الحلقة المتصلة مع الاستعانة باستمارة التسجيل السابق الإشارة إليها لتسجيل الملاحظات.

أما بالنسبة للمستوى الأعلى فيتم تحليل الفيلم (صورة ـ صورة) وتسجيل حركات المفاصل خلال كل مرحلة من مراحل الأداء، ومدى هذه الحركة واتجاهها سواء كانت مع أو ضد الجاذبية الأرضية والعضلات العاملة على هذه المفاصل، وكذلك تحديد الخطأ الموجود فى الأداء واقتراح أساليب إصلاحه والتدريبات الخاصة بها.

ولدراسة حركات مفاصل الجسم عن تحليل أى فيلم عدة طرق من أهمها طريقة رسم الخطوط الخارجية الممثلة للجسم ككل أو طريقة الأشكال العضوية وفى كلتا الحالتين يستخدم جهاز لعرض الفيلم (صورة ـ صورة) ونقل الصور المراد دراستها، ويتم النقل بعدة طرق إما بالطريقة اليدوية أو باستخدام جهاز لتحديد الإحداثيات (y.x) لكل نقطة، كما يتم تحديد الأوضاع المراد تحليلها وفقًا للهدف من الدراسة فقد يستخدم المعدل الثابت فى اختيار الصور كأن يتم رسم وضع كل من ٣ أو ٤ صور أو يستخدم معدل غير ثابت يتم التركيز فيه على المراحل المراد دراستها بأن تختار كل الصور.

وتساعد طريقة رسم الخطوط الخارجية فى الحصول على الشكل العام للحركة، إلا أنها تعتبر قليلة الفائدة فى التحديد الدقيق لمواقع مفاصل الجسم عند دراسة الحركة بشكل أكثر تعمقًا، لذا فقد تستخدم طريقة الأشكال العضوية (Stick Figures) التى تمثل أجزاء الجسم، ثم يتم بعد ذلك توصيل هذه الخطوط ليظهر شكل الجسم على هيئة مجموعة من الوصلات الواضحة والمحددة المعالم. كما هو موضح فى شكل ( ) حيث تحدد على هذه الخطوط أماكن مراكز ثقل الأجزاء وقيم كتل هذه الأجزاء الموضحة فى جدول (٢) كأساس للبدء فى عمليات التحليل الدقيقة للتغيرات التى تحدث فى حركات هذه الأجزاء.



شكل ( ) (أ) الخطوط الخارجية الممثلة للجسم (ب) الأشكال العصوية ومحدد عليها أماكن مراكز ثقل الأجزاء.

التحليل الحركى باستخدام التصوير المركب :

ظهر هذا النوع من التحليل مع ظهور الحاجة إلى دراسة الخصائص التكنيكية المميزة للمهارات بمستوى دقة أعلى لمحاولة التعرف على مميزات وعيوب طرق الأداء المختلفة للأداء، بهدف صياغة الأهداف التدريبية والتعليمية الأساسية لهذه المهارات بشكل علمى تضمن تحقيق أعلى مستويات الأداء.

فالتصوير باستخدام آلة تصوير واحدة يحقق الكشف عن حركات أجزاء الجسم على المستوى الفراغى الذى توضع آلة التصوير عمودية عليه، ولكنه لا

يسجل ما يحدث بالنسبة للمستويات الفراغية الأخرى، فإذا ما وضعت آلة التصوير على أحد جانبى اللاعب كما هو الحال فى الشكل السابق فإن التسجيل هنا سوف يتم للحركة التى تحدث على المستوى الفراغى السهمى. وبالتالى فإن التحليل هنا سوف يكون قاصراً على ما يحدث من حركة على هذا المستوى فقط. وهو بذلك يعتبر أبسط أنواع التحليل.

أما إذا كانت المهارة المراد دراستها تتم على أكثر من مستوى فراغى فإن الأمر يتطلب تزامن تسجيل حركات أجزاء الجسم على كل هذه المستويات وبالتالى لزم وضع أكثر من آلة تصوير فى أوضاع عمودية على هذه المستويات الفراغية.

وهذه الحالة تعرف بالتصوير المركب أو التصوير المجسم ولا يتسع المجال لمناقشة إجراءاتها فى هذه المذكرة.

اهداف التحليل الحركى :

لهذا النوع من التحليل استخدامات متنوعة ومستويات متباينة، وتلعب أهمية المهارة المدروسة والمستوى المهارى لمؤديها ونوع البيانات المطلوب الحصول عليها الدور الأساسى فى اختيار أى من مستويات التحليل التالية:

١ ـ التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية للمهارة ويشترط أن تستخدم فى هذا النوع عينات ذات مستويات فنية عالية.

٢ ـ التحليل بغرض الكشف عن عيوب الأداء، وهو تحليل يجرى على أفراد بعينهم للتعرف على المشكلات التى ترتبط بأخطاء أدائهم.

٣ ـ التحليل بغرض مقارنة الأداء بالمنحنيات النظرية، وهو تحليل يهدف إلى حساب القيم النظرية المحتملة فى ضوء ما يحقق اللاعب من قيم وكيفية اقتراح التعديل الفورى الذى قد يساعد فى رفع مستوى الأداء.

٤ ـ التحليل بغرض الدراسة النظرية لحركات النماذج واحتمالاتها الحركية.

اولاً : التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية

يعتبر هذا النوع من التحليل من أسهل أنواع التحليل حيث تتم دراسة المسارات الحركية لأجزاء الجسم من حيث مجموعة الخصائص الميكانيكية التى تتميز بها المهارة كأن تتم دراسة هذه المسارات بقوانين الحركة الخطية أو الدورانية لحساب قيم المتغيرات المميزة لها وتحديد أهم هذه الخصائص بالتعامل مع كل نقطة من النقاط المحددة على الجسم بمعادلات (الإزاحة ـ السرعة ـ العجلة).

ثانياً : التحليل بغرض الكشف عن عيوب الأداء

وهذا النوع يتميز بالمعرفة المسبقة بأهم الخصائص التكنيكية المميزة للمهارة المدروسة وقيم متغيرات هذه الخصائص على أساس أن التحليل يتم لعقد المقارنة بين ما يجب أن يكون وما هو كائن لتحديد أوجه القصور وأسبابها واقتراح الحلول لها.

ثالثاً : التحليل بغرض مقارنة الأداء بالمنحنيات النظرية

وتتمثل صعوبة هذا النوع فى استنتاج المنحنيات النظرية للخصائص المراد مقارنة أداء اللاعبين بها من القيم الحقيقية التى تم الحصول عليها بالفعل وكيفية تعديل قيم هذه المتغيرات بالشكل الذى يحقق أعلى عائد حركى يمكن أن تحققه القيم الموجودة بالفعل سواء بالتعديل الفورى أو عن طريق برامج إعداد بدنى تركز على هذه القيم.

رابعاً : التحليل بغرض الدراسة النظرية لحركات النماذج :

وهو أصعب أنواع التحليل وأكثرها تقدمًا، حيث تتم دراسة مسارات بعض المهارات الرياضية على نماذج مصنعة، بهدف دراسة إمكانية ظهور احتمالات حركية جديدة على هذه النماذج من ناحية، وإمكانية تطبيقها على الجسم البشرى من ناحية أخرى، وهنا تظهر أهمية البحوث فى تعديل وتطوير

طرق الأداء لعديد من المهارات الرياضية، كما أن لهذا النوع من التحليل أهميته الكبيرة فيما ظهر حديثًا من مهارات مبتكرة لم يسبق التعرف عليها من قبل كما هو الحال فى رياضة الجمباز.

وهنا تجدر الإشارة إلى أنه يشترط تحديد أى نوع من هذه الأنواع المتبعة فى التحليل يتناسب ونوع الدراسة، حيث إن هذا التحديد سوف يساعد فى اختيار الإجراءات والخطوات المناسبة، وكقاعدة عامة، فإن هذه المستويات المختلفة للتحليل تتسلسل من حيث درجة صعوبتها وفق الترتيب السابق الإشارة إليه، ويمثل التدرج فى استخدام هذه المستويات مقياسًا لتطور العمل فى مجال التحليل الحركى، حيث انه يرتبط بالدرجة الأولى بالإمكانات البشرية والمادية المتوافرة.

إجراءات وخطوات التحليل :

بغض النظر عن مستوى التحليل المستخدم، فإن هناك شروطًا يجب مراعاتها لتوفير أعلى مستويات الدقة فى البيانات المراد الحصول عليها وتحقيق صدق وموضوعية القياس، وهذه الشروط ترتبط بإجراءات وخطوات التحليل التى يمكن تلخيصها على النحو التالى:

اولا : تجهيزات قبل التصوير

إن الأساس في تسجيل حركة جسم اللاعب هو رصد للتغيرات الزمانية والمكانية التى تحدث فى كل جزء من أجزاء الجسم بالقياس إلى نقطة مرجعية ثابتة، حيث يمكن تحديد المسارات الهندسية لأجزاء الجسم تمهيدًا لدراسة تفاصيل هذه المسارات من الناحية الميكانيكية بالقوانين المناسبة لها، بمعلومية كل من موضع النقط المرجعية وزمن الأداء الذى ينتج من تردد آلة التصوير.

لذا فإنه يراعى قبل بدء التصوير توفير الإضاءة التى تساعد على وضوح تسجيل عملية متابعة حركة الجسم وأجزائه. كما يراعى تحديد النقط المرجعية

بشكل واضح من خلفية التصوير وغالبًا ما تستخدم مربعات لها مقاييس معروفة وهى تستخدم فى تثبيت نقطة الأصل عند إجراء عملية نقل الأوضاع.

ويرى البعض ضرورة تمييز مفاصل الجسم الأساسية (الكتف ـ المرفق ـ اليد ـ الفخذ ـ الركبة ـ القدم ـ إلى جانب الرأس) بوضع علامات واضحة يسهل متابعتها عند إعادة عرض الفيلم (Anatomic Land Mark) إل أنه تجدر الإشارة إلى إمكانية تحديد هذه النقط على الصور المعروضة مباشرة فى حالة ضمان توافر الوضوح التام فى الفيلم المستخدم.

ويحدد الهدف من دراسة المهارة القياسات الواجب تسجيلها قبل التصوير، كالطول والوزن وأطوال أجزاء الجسم... الخ. حيث يفضل تسجيل هذه القياسات فى استمارة خاصة بكل لاعب تشمل كافة البيانات المحتمل الاستعانة بها فى التحليل، كما تشمل بيانات خاصة بالفيلم كترتيب اللاعب وترتيب المحاولات.

ومن أهم العوامل التى تساعد فى دقة بيانات هذا النوع من التحليل هو التحديد المسبق للمستوى أو المستويات الفراغية التى تتم عليها حركة الجسم وأجزائه، حيث إن ذلك سوف يساعد فى تحديد مكان آلة التصوير بالنسبة للمستوى الفراغى الذى يتم عليه الأداء وبحيث تسجل جميع المتغيرات التى تحدث فى حركة الجسم على هذا المستوى دون الوقوع فى خطأ خداع البصر وبالتالى عدم دقة البيانات.

وفى الحالات المتقدمة من التحليل قد تستخدم آلتى تصوير أو ثلاث لتسجل كل منها بالتزامن حركة الجسم وأجزاءه على الأسطح الفراغية الثلاثة (X.Y.Z).

إلا أننا سوف نتعرض فى هذه المذكرة لنماذج من مهارات تؤدى على مستوى فراغى واحد لسهولة الشرح.

ثانيا : آلة التصوير

تحدد الإمكانات المتاحة نوعية آلة التصوير المستخدمة، فقد يستخدم البعض آلات تصوير سينمائى (١٦مم) فى حين يستخدم البعض الآخر آلات تصوير سينمائى (٨مم) أو أى نوع آخر.

ومازال حتى الآن من المفضل استخدام آلة تصوير سينمائى (١٦مم) لوضوح الصورة وسهولة التعامل مع الفيلم وقلة التكاليف نسبيًا.

ويشترط فى آلة التصوير أن تكون عالية التردد، حيث تحدد طبيعة المهارة المراد دراستها سرعة التصوير المستخدمة وفى الغالب تستخدم سرعة تصوير بين (٤٨ ـ ٦٤ صورة) وقد تصل هذه السرعة إلى (٢٠٠ صورة/ث) أو (٥٠٠ صورة/ث) كما يراعى أن تكون العدسة ذات إمكانات متقدمة، حيث تساعد العدسات المقربة فى تلافى أخطاء التصوير خاصة فى حالات التصوير عن بعد.

أما بالنسبة لوضع آلة التصوير، فيجب أن توضع عمودية على المستوى الفراغى الذى تؤدى فيه المهارة وبحيث يظهر اللاعب بحجم مناسب يسهل التعامل معه عند إعادة عرض الفيلم وبحيث تكون زاوية العدسة شاملة لحدود الأداء دون أى زيادات لتلافى أخطاء انحراف اللاعب عن المحور البؤرى للعدسة عند حركه. كما يراعى وضع آلة التصوير على ارتفاع أقرب ما يكون لارتفاع مركز ثقل الجسم فى حالة الوقوف العادى.

ويفضل عمل بعض القياسات الأولية لأجزاء الجسم للتأكد من أن أطوال هذه الأجزاء ثابتة على مدى مراحل الأداء مما يؤكد أن الحركة تتم على المستوى الفراغى الذى وضعت آلة التصوير عمودية عليه من ناحية، واستخدامها فى حساب مقياس الرسم من ناحية أخرى.

ويعتبر حساب الزمن من أهم الحسابات الت تضمن دقة التحليل، حيث

هناك اختلافات متباينة فى الأجهزة الخاصة بتشغيل الفيلم فهناك آلات تصوير تعمل بالزمبرك وهناك آلات تعمل بمحركات ذات مصدر كهربى ثابت أو متردد، لذا فإنه من المفضل استخدام ساعة كبيرة ذات مؤشر أو أرقام تتحرك كل ($\frac{1}{100}$ ثانية) توضع فى مجال التصوير، حيث تساعد هذه الطريقة فى حساب الزمن والتأكد من صحة عدد الصور فى الثانية وفقًا لسرعة التصوير المستخدمة عن آلة التصوير. أما بالنسبة للإضاءة، فيفضل توافر جهاز قياس كمية الضوء للاطمئنان على وضوح الفيلم عند إعادة عرضه، وبصفة عامة فإنه عند استخدام الإضاءة يفضل استخدام خمسة مصادر للضوء تثبت على حوامل متغيرة الارتفاع وموزعة على النحو التالى:

أ ـ حاملان على جانبى مسار الأداء بزاوية سقوط ٤٥ فى اتجاه الركبتين.

ب ـ حاملان على جانبى مسار الأداء بزاوية سقوط ٤٥ فى اتجاه الصدر.

جـ ـ حامل على ارتفاع كافٍ لإضاءة منطقة الرأس.

أما بالنسبة لشاشة العرض فهناك أجهزة خاصة يتم عرض الفيلم بواسطتها على شاشة صغيرة ملحقة بالجهاز بحيث يسهل نقل الأوضاع من على هذه الشاشة، كما يمكن استخدام أجهزة المونتاج ذات الشاشات فى عملية التحليل.

وعمومًا يمكن عرض الفيلم على شاشة من الورق الأبيض المثبت جيداً على الحائط، بحيث توضع آلة العرض على مسافة محددة تظهر من خلالها صورة اللاعب فى حجم يسهل رسمه مع مراعاة عدم تحريك آلة العرض طوال فترة التحليل لتثبيت مقياس الرسم ونقط الرجوع.

وهنا يكون تجميع البيانات من الفيلم عن طريق جهاز تحديد إحداثيات النقاط (digitizer) حيث يقوم هذا الجهاز بتحديد موضع كل نقطة بالنسبة للإحداثين y.x الرئيسيين للجهاز على أن يتم اعتبار هذين الإحداثين نقطتا رجوع أصلية تحسب حركة كل نقطة من نقاط الجسم بالنسبة لها.

وهذه المرحلة من أدق المراحل حيث يتم تجميع البيانات عن كل صورة منفردة من الصور المراد تحليلها باستخدام آلة العرض (Projector) لتحديد إحداثيات النقاط فيها.

وجهاز تحديد إحداثيات النقاط (Digitizer) هو جهاز يستخدم فى تحويل الصور والأشكال إلى معلومات رقمية أو عددية، وعند استخدام ذلك الجهاز مع أى فيلم، توضع صورة واحدة على الجهاز، ثم يمكن رصد النقاط التى أشار إليها المدرب أو المخصص مسبقًا.

وحيث أنه توجد علامات موضوعة على جسم اللاعب Anatomic Land Mark فيمكن رصدها على المحاور (X,y) ثم تخزين ذلك على الحاسب الآلى.

وهذه العلامات لا بد أن تكون موضوعة على الشىء المراد تصويره سواء اللاعب نفسه أو ملابسه. حيث يمكن تحديد المفاصل ونهايات الأطراف بدقة.

ثالثًا : آلة العرض

هناك عدة شروط يجب مراعاتها فى اختيار آلة العرض من أهمها:

١ ـ إمكانية عرض الفيلم بطريقة (صورة ـ صورة) دون حدوث أى تأثير على الفيلم سواء من حيث تعرضه للشد أو تعرضه للضوء لفترة طويلة.

٢ ـ توافر جهاز خاص لتحويل صور الفيلم يدويًا أو آليًا دون حدوث تغيير فى وضع الفيلم بالنسبة لعدسة آلة العرض وبقاء فتحة العدسة ثابتة.

٣ ـ الحركة الأمامية والخلفية للفيلم يدويًا.

٤ ـ عداد للصور إن أمكن.

٥ ـ يفضل أن تتم كل العمليات عن طريق جهاز تحكم عن بعد.

وفى كل الحالات تعتبر آلة العرض (١٦مم أو ٨مم) مناسبة للتحليل إذا ما توافرت فيها هذه الشروط.

رابعاً : الفيلم الخام

تحدد طبيعة المعلومات المراد الحصول عليها نوعية الفيلم المختار كما يراعى عدة اعتبارات أساسية عند اختيار الفيلم من أهمها (نوع آلة التصوير المستخدمة ـ حساسية الفيلم للضوء خاصة عند استخدام سرعات تصوير عالية ونؤكد على أن الأفلام المستخدمة فى التحليل ويجب أن تكون من النوع الموجب (Positive) بحيث تظهر الصورة عند إعادة العرض صورة حقيقية وليست سالبة negative.

خامساً : التحليل

بعد التأكد من صلاحية الأفلام المستخدمة للتحليل تأتى مرحلة الخطوات التنفيذية، بمعنى تحويل ما تم تسجيله من بيانات إلى معلومات لها معانيها ويمكن التعامل معها باستخدام أى من مداخل دراسة الحركة من وجهة نظر الميكانيكا الحيوية.

وقبل الدخول فى تفاصيل عملية التحليل هناك بعض الموضوعات الأساسية التى يجب مراعاتها كقواعد عامة للتحليل نذكر منها.

المعلومات الاساسية فى التحليل :

بالنظر إلى القوانين الميكانيكية المستخدمة فى مجالات التحليل الحركى باختلاف مستوياته فسوف نجد أن هناك ثلاثة متغيرات أساسية تدخل فى بناء معظم هذه القوانين ومشتقاتها فبدون معرفة كل من الزمن والإزاحة والكتلة لن نتمكن من الحصول على المعلومات التى يمكن أن تسهم بقدر فعال فى دراسة تفاصيل الأداء ووضع المعايير التى تحكمه.

فالسرعة والعجلة بأشكالها (خطية ـ دورانية) وبمكوناتها (مركبات ـ محصلة) هى متغيرات كينماتيكية (وصفية) لحركات النقط أو الأجزاء المتحركة لا يمكن الحصول عليها ودراسة تفاصيلها فى غياب كل من متغيرى الزمن

والإزاحة، كما أن قياسها الدقيق هو الأساس فى الحصول على المعلومات الكيناتيكية (الكمية) لحركات النقط أو الأجزاء المتحركة كالدفع والتغير فى كمية الحركة والطاقة بأشكالها.

مما سبق يتضح أن ما يتم عمله خلال هذه المرحلة من مراحل التحليل الحركى يتمثل فى ضمان توافر مقياس لعنصر الزمن وهو ما يحققه تردد آلة التصوير، بمعنى السرعة التى تم استخدامها فى التصوير، ثم تحديد النقاط المراد متابعة حركتها وتسجيل هذه الحركة بالنسبة لأحد الأسطح الفراغية لحساب متجهاتها ومعدلاتها. هذا بالإضافة إلى توافر القيم القصورية (الكتلة ـ قصور الدوران) للجسم ككل وأجزائه التى يمكن الحصول عليها من جداول خاصة بمعلومية وزن جسم اللاعب.

أى أن التحليل الحركى الدقيق لأى أداء رياضى يتطلب توافر العناصر الأساسية التالية:

١ ـ تسجيل مرئى للأداء المطلوب دراسته (سينما ـ فيديو).

٢ ـ تسجيل زمنى دقيق لتفاصيل هذا الأداء.

٣ ـ وضوح الهدف الميكانيكى الأساسى (الأولى) المميز لنوع الأداء.

٤ ـ اختيار المدخل الميكانيكى (مجموعة الاجراءات الميكانيكية) المناسبة للتحليل.

ولكى يتحقق الهدف المطلوب من التحليل أيًا كانت الطريقة المستخدمة فإن المسألة تتطلب الإلمام التام بالعديد من التفاصيل التى ترتبط بالمبادىء الميكانيكية وعدد من العلوم الرياضية المعينة كحساب المثلثات والهندسة التحليلية والدوال ومنحنياتها . . . . . الخ.

المراجع

١ ـ بسطويسى أحمد بسطويسى : نظريات الحركة، دار الفكر العربى ١٩٩٦ .

٢ ـ طلحة حسام الدين : كينسيولوجيا الرياضة ، دار الفكر العربى ١٩٨٦ .

٣ ـ طلحة حسام الدين : الميكانيكا الحيوية الأسس النظرية والتطبيقية، دار الفكر العربى ـ القاهرة ١٩٩٤ .

٤ ـ طلحة حسام الدين : مبادىء التشخيص العلمى للحركة الرياضية، دار الفكر العربى، القاهرة ١٩٩٥ .

5 - Bloom .J. field , Achland T. R. Elliott B.C, Applied Anatomy and Biomechanics in Spors, Blakweell

scientific Publications, Paris, Berlin, Vienna, 1994.

6 - Enoka, M. Roger; Newromechanical Basis of Kinesiology, Human Kineties, 2nd ed. U.S.A 1994.

7 - Luttgens . K. & Wells. K; Kinesiology Scientific Basis of Human Motion, Saunders. College Publishing, U.S.A 1985.