

بايوميكانيك قفزة اليدين الخلفية بين الماهرين وغير الماهرين في الجمباز الفني

Biomechanics of the back handspring between skilled and unskilled in artistic gymnastics

د. قاسم محمد صياح

جامعة البصرة/قسم النشاطات الطلابية ، العراق qasim.sayah@uobasrah.edu.iq

تاريخ النشر: 2025/11/22	تاريخ القبول: 2025/12/30	تاريخ الارسال 2024/12/20
-------------------------	--------------------------	--------------------------

ملخص الدراسة :

الغرض من هذه الدراسة هو المقارنة البايوميكانيكية بين أداءات قفزة اليدين الخلفية للماهرين وغير الماهرين لدى لاعبي الجمباز الشباب. شارك في هذه الدراسة تسعة عشر لاعب جمباز من اتحاد الجمباز العراقي من مدينة ميسان والبصرة ، تم تصنيف تسع من المشاركين كلاعبين غير ماهرين بينما تم تصنيف عشر منهم على أنهم لاعبي ماهرين. استخدمت في هذه الدراسة كاميرا نوع اينفون 11 برو سرعتها 240 صورة بالثانية. ومنصة قوة. وتم استخدام اختبارات t لعينات مستقلة. أظهرت النتائج الإحصائية وجود فرق كبير في متوسطات المجموعتين الماهرين وغير الماهرين لقوة رد الفعل الارضية وزمن الذروة. وجد أن ذروة قوة رد الفعل الارضية كانت أعلى في المجموعة غير الماهرين مقارنة بالمجموعة الماهرين. وعلى العكس من ذلك، وجد أن قيم زمن الذروة كانت أعلى في المجموعة الماهرين.. وجدت فروق كبيرة بين المجموعتين في سرعات الذروة الخطية لمتغيرات المرفق والرسغ والورك والكاحل. يمكن أن نستنتج أن هناك اختلافات بين أداءات قفزة اليدين الخلفية من الثبات بين الماهرين وغير الماهرين. وبشكل أكثر تحديداً، هناك اختلافات في قوة رد الفعل الارضي ووقت الذروة والسرعات الخطية للمرفق والرسغ والورك والكاحل بين المجموعات. السرعة التي يؤدي بها اللاعب مناورة لها تأثير على مقدار القوة والوقت اللازم للوصول إلى ذروة القوة ووقت ملازمة اليد.

الكلمات الدالة: وقت الذرة, منصة القوة, الرسغ, قوة رد الفعل الأرضية, الاصابات.

Abstract:

The purpose of this study was to compare the biomechanical performances of the back handspring jump in skilled and unskilled young gymnasts. Nineteen gymnasts from the Iraqi Gymnastics Federation from Maysan and Basra cities participated in this study. Nine of the participants were classified as unskilled players while ten of them were classified as skilled players. An iPhone 11 Pro camera with a speed of 240 frames per second was used in this study. A force platform was used. Independent samples t-tests were used. The statistical results showed a significant difference in the means of the two groups, skilled and unskilled, for ground reaction force and peak time. It was found that the peak ground reaction force was higher in the unskilled group compared to the skilled group. Conversely, it was found that the peak time values were higher in the skilled group. Significant differences were found between the two groups in the linear peak velocities of the elbow, wrist, hip and ankle variables. It can be concluded that there are differences in the performance of the standing backhand jump between skilled and unskilled individuals. More specifically, there are differences in ground reaction force, atom time, and linear velocities of the elbow, wrist, hip, and ankle between groups. The speed at which an athlete performs a maneuver has an effect on the amount of force, the time to peak force, and the time to hand contact.

-key words :Peak time, TrackForce, wrist, ground reaction force, Injuries

1- المقدمة ومشكلة البحث:

تشكل إصابات الرسغ ما يقرب من 25% من جميع الإصابات الرياضية العامة (Howse, 1994). وفي الرياضات مثل الجمباز، حيث يتم استخدام الطرف العلوي لتحمل الوزن، فتزداد حالات إصابة الرسغ بشكل كبير. اشار Mandelbaum, Terlings (1989 Bragonier) أن 87.5% من لاعبي الجمباز الذكور و 55% من لاعبات الجمباز الإناث عانوا من آلام في الرسغ في مرحلة ما من حياتهم الرياضية في الجمباز.

ان نقل القوى في العديد من المهارات الجمبازية عبر الرسغ والذراع مما قد يكون له تأثير سلبي على مفصل الرسغ والهيكل الأخرى ذات الصلة. ومع زيادة وقت التدريب يتعرض الرسغ لهذه القوى على فترات أكثر تكرارًا وأيضًا في كثير من الأحيان أثناء وحدة تدريبية واحدة. أظهر Mandelbaum et al (1989) وجود علاقة مباشرة بين الساعات التي يتم قضاءها في التدريب ومعدل حدوث آلام الرسغ. عندما يتعرض الرسغ للضغط، تصبح إصابة الرسغ حتمية تقريبًا. مع زيادة عدد لاعبي الجمباز في الجمباز المنظم وصغر سن المشاركين في هذه الرياضة، أصبحت هذه الإحصائيات أكثر إثارة للقلق (Roy, Cain Singer, 1985).

لقد تمت دراسة قوى رد فعل الأرض للقدم في العديد من الرياضات والأنشطة مثل الجري وكرة السلة وكرة الشبكة والجمباز وألعاب القوى والتمارين الهوائية. في بعض الحالات، تم ربط قوى رد فعل الأرض الناتجة أثناء النشاط بوقوع الإصابات في الرياضة (Dufek Bates, 1991). ومع ذلك، فإن دراسات قليلة جدًا نظرت في قوى رد فعل الأرض لليد وعلاقتها بالإصابة. Koh, GrabinerWeiker and (1992) قوى رد فعل الأرض الذي يتعلق بكمية حركات المرفق التي حدثت أثناء تنفيذ قفزة اليدين الخلفية. وخلصوا إلى أن تركيبة القوى في قفزة اليدين الخلفية قد تساهم في إصابات الضغط الجانبي لمفصل المرفق وأن كميات أكبر من ثني المرفق قد تحمي المرفق من اللحظات الكبيرة التي تحدث أثناء قفزة اليدين الخلفية.

لقد تأثر تطوير البايوميكانيك بشكل كبير بدمج الرياضيات والمبادئ الفيزيائية ومنهجيات الهندسة. وقد ساهم الجمع بين هذه التخصصات في تنوع وتطوير مجالات تطبيق البايوميكانيك. الغرض الرئيسي من البايوميكانيك هو فهم وتحليل وتحسين الحركات البشرية. في هذا الاتجاه، يمكن استخدام النماذج البسيطة لتمثيل الحركات وشرح بعض الخصائص الميكانيكية الأساسية، بينما تُستخدم البايوميكانيك الرياضي لهياكل الحركة الأكثر تعقيداً. تلعب البايوميكانيك الرياضية دوراً مهماً في فهم قدرة الحركة البشرية، وتقييم مبادئ ميكانيكا الإصابات والوقاية منها، وعلاج مشاكل العضلات والهيكل العظمي. كما تُستخدم فوائد التكنولوجيا للحصول على أقصى قدر من الناتج من الحركات التي تتم باستخدام البايوميكانيك الرياضي (Mülayim, 2019).

نظراً للزيادة الحديثة نسبياً في عدد الحركات البهلوانية التي يقوم بها لاعبو الجمناز الذكور، وارتفاع معدل الإصابة بألم الرسغ في الجمناز، والافتقار إلى البيانات البيوميكانيكية الواضحة في الأدبيات، فمن المهم تحليل هذه العوامل للتنبؤ بتغير أنماط الإصابة التي قد تحدث وإثبات أو دحض ممارسة تغيير نوع الحركات البهلوانية بناءً على ألم الرسغ. ومع استمرار تطور رياضة الجمناز، من المهم توقع التأثيرات التي قد تحدثها على صحة الرياضيين.

2-1 - الهدف:

كان الهدف من هذه الدراسة هو المقارنة البايوميكانيكية بين أداءات قفزة اليدين الخلفية للماهرين وغير الماهرين لدى لاعبي الجمناز.

3-1 - فرضية البحث:

وجود علاقة ذو دلالة احصائية بين أداءات قفزة اليدين الخلفية للماهرين وغير الماهرين لدى لاعبي الجمناز من خلال المتغيرات البايوميكانيكية.

1-4 - فرضية البحث:

المجال البشري : لاعبي جمباز منتخب البصرة وميسان للجمباز .

المجال الزماني : من 2024/5/3 ولغاية 2024/7/4.

المجال المكاني : قاعة مديرية تربية البصرة للجمباز.

2-2- الاجراءات الميدانية للدراسة:

2-1- المنهج المتبع:

استخدم المنهج الوصفي التحليلي بأسلوب المقارنة .

2-2- عينة الدراسة:

شارك في هذه الدراسة 19 لاعب جمباز من مدينة ميسان والبصرة/ العراق تم تصنيف 9 من المشاركين على أنهم لاعبي جمباز ماهرين و 10 كلاعبي غير ماهرين . في الواقع، كانت جميع المشاركات في قفزة اليدين الخلفية. القياسات البدنية في (الجدول 1).

(الجدول 1) القياسات البدنية لعينة البحث

غير ماهرين (10)		ماهرين (9)		العينة
الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	
3.2	14.8	4.8	14.1	العمر (سنة)
12.0	58.8	16.3	48.7	الوزن (كغم)
11.9	158.0	13.4	152.7	الطول (سم)

2-3- متغيرات الدراسة::

متغيرات قوة رد الفعل الارضية ، والوقت للوصول إلى الذروة ، ووقت ملامسة اليد ، والمتغيرات الكينماتيكية مثل السرعات الخطية للكتف، والمرفق، والرسغ، والورك، والركبة، والكاحل، والازاحة العمودية للكتف أثناء ملامسة اليد .

2-4- أدوات الدراسة:

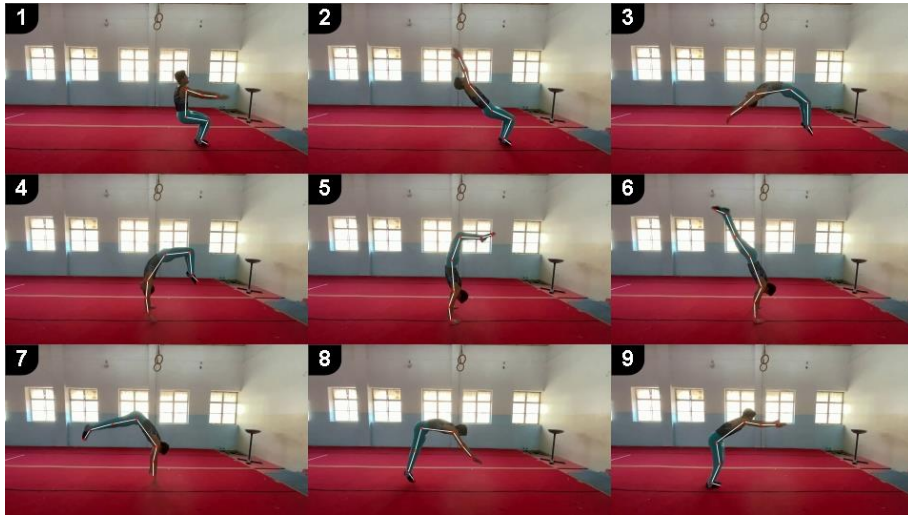
- كاميرا نوع ايفون 11 برو سرعتها 240 صورة بالثانية.
- حامل ثلاثي
- مقياس رسم (1 متر)
- TrackFoce
- ميزان طبي لقياس كتلة الجسم
- بساط حركات ارضية طوله 12 متر وعرضه 2 متر.

2-5- التجربة الاستطلاعية:

أجرى الباحث الدراسة الاستطلاعية الأولية بتاريخ 2024/4/27 على لاعبين اثنين والهدف منها التعرف على مكان وضع آلي التصوير لضمان وضوح الصورة واستقبال الفلم الفيديوي على الحاسوب فضلاً عن التأكد من سلامة الأجهزة المستخدمة بإجراء التطبيق على طبيعة التجربة واختبار آلي التصوير الفيديوي المستخدمتين.

2-6- التجربة الميدانية:

أجرى الباحث التجربة الميدانية بتاريخ 4/7/2024 اذ تم إخضاع أفراد عينة البحث لعملية تصوير الأداء الفني لفعالية خضع المشاركون في الدراسة لعملية إحماء عامة قبل المشاركة. أجرى كل مشارك عدة تجارب تدريبية على قفزة اليدين الخلفية أثناء الوقوف لتحديد وضع البداية المناسب. تم تحديد الوضع المناسب عندما كانت يد المشارك اليسرى تمامًا داخل محيط منصة القوة. أثبتت دراسة سابقة (Koh et al., 1992) أن قوة السحب الخلفية كانت متماثلة سواء تم استخدام اليد اليمنى فقط أو اليد اليسرى للحصول على القوة. بمجرد تحديد الوضع المناسب، أجرى كل فرد ثلاث محاولات للقفزة الخلفية أثناء تسجيل الفيديو (240 صورة بالثانية). الشكل (1) يمثل قفزة اليدين الخلفية وهي مهارة الدراسة في التجربة الميدانية.



الشكل 1. قفزة اليدين الخلفية مهارة الدراسة

2-7- الوسائل الإحصائية:

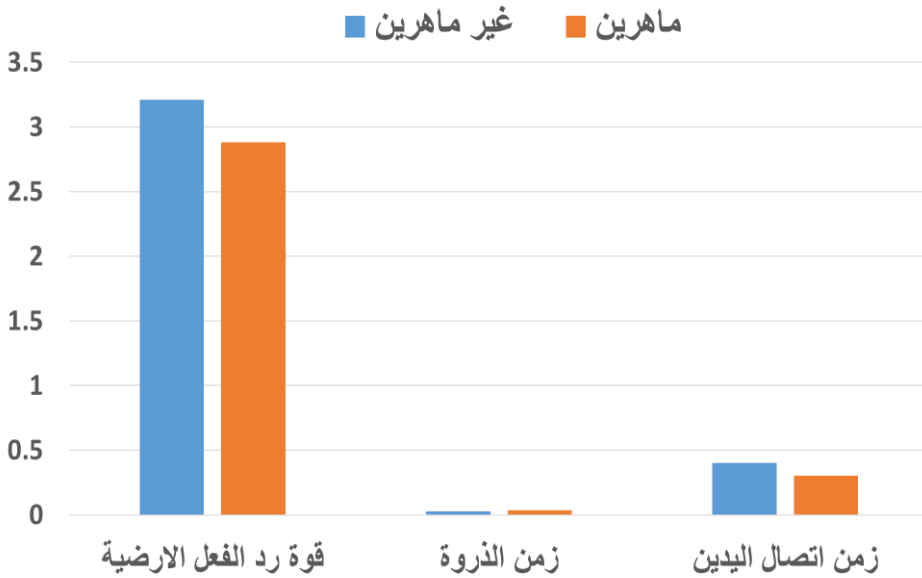
تم استخدام اختبارات t لعينات مستقلة مع مستوى ألفا المحدد عند 0.05. $p <$ للمقارنة بين جميع البيانات بين المجموعتين. معامل ارتباط بيرسون معامل ارتباط بيرسون (Pearson correlation coefficient).

3- عرض وتحليل النتائج:

الجدول 1. بيانات القوة والزمن ومتوسطات اختبار t والانحرافات المعيارية بين لاعبي الجمباز الماهرين وغير الماهرين.

المتغير	الوحدة	غير ماهرين		ماهرين		الدلالة الإحصائية
		الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
قوة رد الفعل	وزن الجسم	3.21	0.34	2.88	0.54	0.115
زمن الذروة	ثانية	0.027	0.007	0.036	0.005	0.0003
زمن اتصال اليدين	ثانية	0.401	0.120	0.302	0.098	0.1519

ملحوظة: ذو دلالة إحصائية عند 0.05



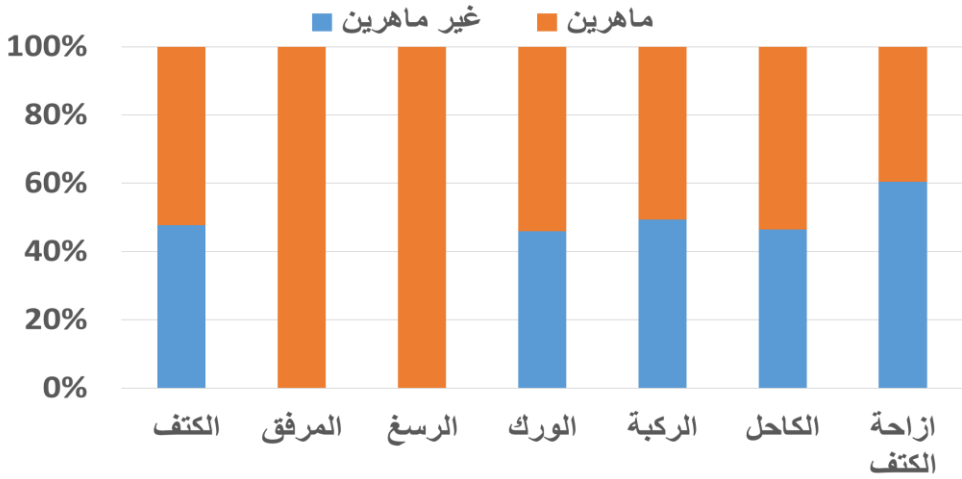
الشكل 1 . قوة رد الفعل الارضية وزمن الذروة وقت اتصال اليدين

أظهرت النتائج الإحصائية وجود فرق كبير في متوسطات المجموعتين الماهرين وغير الماهرين لقوة رد الفعل الارضية وزمن الذروة. وجد أن ذروة قوة رد الفعل الارضية كانت أعلى في مجموعة غير الماهرين مقارنة بمجموعة الماهرين. وعلى العكس من ذلك، وجد أن قيم زمن الذروة كانت أعلى في مجموعة الماهرين. بينما لم يتم ملاحظة أي اختلافات كبيرة في مقارنة وقت اتصال اليدين للمجموعتين.

الجدول 2. البيانات الكينماتيكية ومتوسطات اختبار t والانحرافات المعيارية بين لاعبي الجمباز الماهرين وغير الماهرين

المتغير	الوحدة	غير ماهرين		ماهرين		الدلالة الاحصائية
		الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
الكتف	متر / ثا	3.400	0.324	3.732	0.271	0.1364
المرفق	متر / ثا	6.213	0.412	6,129	0.344	0.0150
الرسغ	درجة/ ثا	9.146	0.661	9,645	0.324	0.0413
الورك	متر / ثا	2.735	0.304	3.219	0.362	0.0001
الركبة	درجة/ ثا	4.180	0.541	4.284	0.195	0.2652
الكاحل	متر / ثا	7.362	0.523	8.463	0.295	0.0015
ازاحة الكتف	متر	0.064	0.035	0.042	0.025	0.0100

ملحوظة: ذو دلالة إحصائية عند 0.05



الشكل 2 . المتغيرات الكينماتيكية بين الماهرين وغير الماهرين

وجدت فروق كبيرة بين المجموعتين في سرعات الذروة الخطية لمتغيرات المرفق والرسغ والورك والكاحل.

لا يوجد أي فروق كبيرة في سرعات الذروة الخطية للكتف والركبة بين المجموعتين. وبالمثل، كانت هناك فروق كبيرة في إزاحة الكتف العمودية بين المجموعتين. كانت الإزاحة أكبر في المجموعة غير الماهرين.

لوحظ على العديد من العلاقات المهمة بين المتغيرات الكينماتيكية وقوة رد الفعل الأرضية وزمن الذروة وزمن اتصال اليدين. كان هناك ارتباط مهم بين ذروة سرعة الورك وقوة رد الفعل الأرضية (0.6967) وسرعة الورك وزمن الذروة (0.6760). وسرعة الورك وزمن اتصال اليدين (0.6152). سرعة الكاحل وزمن اتصال اليدين (0.5782). الإزاحة العمودية للكتف وزمن اتصال اليدين (0.8234).

9- مناقشة النتائج:

يشير ملخص النتائج إلى وجود اختلافات جوهرية في الأداء الماهر وغير الماهر لقفزات اليدين الخلفية من الثبات لدى لاعبي الجمباز. كانت الاختلافات الأكثر وضوحًا في متغيرات قوة رد الفعل الأرضية والوقت. كما لوحظت اختلافات كبيرة في السرعات الخطية القصوى للمرفق والرسغ والورك والكاحل، وإزاحة الكتف العمودية.

إن قوة رد الفعل الأرضية ووقت الذروة للمجموعتين الماهرين وغير الماهرين مثيرة للاهتمام عند النظر إليهما معًا. قوى رد فعل الأرض للماهرين أصغر وكان الوقت المستغرق للوصول إلى تلك الذروة أطول. هذه النتيجة أن لاعب الجمباز الماهر كان قادرًا على الحفاظ على قوة رد الفعل الأرضية عند قمم أقل وكان قادرًا أيضًا على تخفيف تلك القوة على مدى فترة زمنية أطول. بينما لم يتمكن لاعبي الجمباز غير الماهرين على الأقل من تحقيق ذلك بنفس الدرجة وربما يكون ذلك أكثر عرضة للإصابة.

متغير كينماتيكي آخر أظهر فرقًا كبيرًا هو إزاحة الكتف العمودية أثناء ملامسة اليدين. أظهرت المجموعة غير الماهرين ضعف كمية إزاحة الكتف تقريبًا مقارنة بالمجموعة الأخرى.. لم تكن هذه النتيجة متوافقة مع ملاحظة (Gluck'S, 1982) التي تفيد بأن لاعبي الجمباز الماهرين والأقوى يمكن أن يستفيدوا من انغطاس الكتف. الذي يساعد الخروج من الانخفاض بشكل كبير في الأداء حيث يكون إجراء من النوع السوطي ضروريًا للأداء السليم للمهارة. حيث لا يستطيع لاعب الجمباز الأضعف، وبالتالي الأقل مهارة، الاستفادة من الإجراء السوطي للكتف المعكس وبالتالي فإن التنفيذ السليم للمهارة يكاد يكون مستحيلًا. كان لدى الأشخاص غير الماهرين في هذه الدراسة في الواقع إزاحات عمودية أكبر. يمكن تفسير ذلك بحقيقة أنهم استخدموا الانخفاض كآلية حماية عند الدوران للخلف. ثم لم يتمكنوا من دفع أنفسهم لأعلى إما بسبب نقص القوة أو نقص المهارة.

كما لوحظت فروق كبيرة في سرعات الذروة للورك والكاحل والكتف والرسغ. وتتوافق هذه النتائج مع افتراض (George's, 1980) بأن كلما زادت السرعة الأفقية المحققة قبل النهوض (سرعة الورك)، كلما زادت كمية الحركة الدورانية الناتجة (سرعات الرسغ والكاحل) عند النهوض.

في هذه الدراسة، كانت السرعة الخطية للورك مرتبطة بقوة رد الفعل الارضي ووقت الذرة ووقت ملامسة اليدين. ولعل الاكتشاف الأكثر إثارة للاهتمام هو العلاقة بين سرعة الورك و قوة رد الفعل الارضي. حيث تمثل سرعة الورك القصوى ما يقرب من 55% من إجمالي قوة رد الفعل الارضي.

10- الاستنتاج:

يمكن أن نستنتج أن هناك اختلافات بين أداءات قفزة اليدين الخلفية من الثبات بين الماهرين وغير الماهرين. وبشكل أكثر تحديداً، هناك اختلافات في قوة رد الفعل الارضي ووقت الذروة والسرعات الخطية للمرفق والرسغ والورك والكاحل بين المجموعات. السرعة التي يؤدي بها اللاعب مناورة لها تأثير على مقدار القوة والوقت اللازم للوصول إلى ذروة القوة ووقت ملامسة اليد. بشكل عام، كلما كان أداء قفزة اليدين الخلفية أقوى، كلما كان على اللاعب التعامل مع قوة أقل.

11- التوصيات:

إن التأثيرات المترتبة على ذلك بالنسبة للمدربين والمعلمين تكمن في تقنيات التدريب. يمكن تنفيذ تقنيات التدريب لزيادة قوة العضلات والقدرة في العضلات المعنية بتمديد مفاصل الورك والركبة (العضلة الرباعية الرؤوس، عضلات الألوية)، وبالتالي تقليل شدة إجهاد العضلات الذي يجب على لاعب الجمباز تحمله. كما أن قوة عضلات حزام الكتف لها أهمية قصوى بالنسبة للاعب الجمباز. يجب أن تكون تقنيات تقوية حزام الكتف أيضاً جزءاً من منهج تدريب الجمباز. قد

يكون الانخفاض في ما يتعين على لاعب الجمناز التعامل معه على مدار حياته الرياضية بالكامل مرتبطاً بإصابات أقل وأقل تكراراً وبالتالي، وقت أقل ضائع بسبب الإصابة.

- المصادر:

Dufek, J. S. & Bates, B. T. (1991). Biomechanical factors associated with injury during landing in jump sports. *Sports Medicine*.12 (5), 326-337.

George, G. S. (1980). *Biomechanics of Women's Gymnastics*. (p. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Gluck, M. (1982). *Mechanics for Gymnastics Coaching*. (pp. 132). Springfield, IL: Charles C. Thomas.

Howse, C. (1994) Wrist injuries in sport. *Sport Medicine*, 17 (3), 163-175.

Koh, T. J., Grabiner, M. D., Weiker, G. G. (1992). Technique and ground reaction forces in the back handspring. *American Journal of Sports Medicine*, 20 (1) 61-66.

Mandelbaum, B. R., Bartolozzi, A. R., Davis, C. A., Tertings, L., & Bragonier, B. (1989). Wrist pain syndrome in the gymnast: pathogenetic, diagnostic, and therapeutic considerations. *American Journal of Sports Medicine*, 17, 305-317.

Roy, S., Caine, D., & Singer, K. M. (1985). Stress changes in the distal radial epiphysis in young gymnasts. *American Journal of Sports Medicine*, 13 (5) 301-308.

S. Mülayim. (2019) "Spor Biyomekaniği," *Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Dergisi*, vol. 19, no. 3, pp. 183-192.