Zeitschrift: Jugend und Sport : Fachzeitschrift für Leibesübungen der Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen

Herausgeber: Eidgenössische Turn- und Sportschule Magglingen

Band: 33 (1976)

Heft: 6

Artikel: Geräte- und Kunstturnen : Belastungen - Gefahren - Konsequenzen

Autor: Spirig, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-994369

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Aus dem Biomechanischen Institut der ETHZ (Leitung: Professor J. Wartenweiler; B. M. Nigg)

Geräte- und Kunstturnen: Belastungen – Gefahren – Konsequenzen

J. Spirig, Bülach

1. Einleitung

Das internationale Kunstturnen verlangt von den Spitzenathleten immer höhere Schwierigkeiten und Risiken. Folge dieser Entwicklung ist eine immense Verletzungsserie und bemerkenswerte Abnützungserscheinungen. Klinische und radiologische Untersuchungen von *Tuetsch* und *Ulrich* zeigen, dass bei einem hohen Prozentsatz der Hochleistungsturner Morbus Scheuermann und Spondylolistesis festgestellt wird.

Selbst wenn das Geräte- und Kunstturnen der meisten Knaben und Mädchen nicht mit dem Spitzenturnen verglichen werden kann, gelten bestimmte Prinzipien und Erkenntnisse meiner Untersuchung für sämtliche Aktive in dieser Sportart. Es geht im vorliegenden Artikel um die Beantwortung folgender Probleme:

— Welchen Belastungen sind Kunstturner bei den *verschiedenen Landungen* ausgesetzt?

— Wie verhalten sich die Belastungen bei Landungen auf *verschiedenen Matten?*

— Wie können die Resultate günstig beeinflusst werden? Welche Massnahmen drängen sich auf?

Als Versuchspersonen dienten mir Turner des Nationalkaders und Schüler einer Zürcher Kantonsschule. Es sei vorweggenommen, dass die Ergebnisse der Spitzenturner und der Schüler keine signifikanten Unterschiede zeigen. Die Aussagen über die Kunstturner haben im Wesentlichen auch Gültigkeit für Schüler und Schülerinnen. Im folgenden seien einige interessante Ergebnisse zusammengefasst.

2. Messmethoden

Im Kunstturnen sind bis jetzt die Kräfte mit Druckplatten gemessen worden. In den Oststaaten wurden vorwiegend Kräfte bei Absprüngen im Pferdesprung untersucht. Die vorhandenen Resultate schwanken zwischen 700 und 900 kg. Es wäre aber interessant zu wissen, wie gross die Belastung an bestimmten Stellen des Körpers — z. B. in der Lendenwirbelsäule — sind. Eine Möglichkeit bietet sich mit Hilfe von Beschleunigungsmessungen an.

Die Erschütterungen wurden mit Hilfe kleiner Beschleunigungsgeber (Masse zirka 2 Gramm) registriert. Da die gemessenen Beschleunigungen an den verschiedenen Körperpunkten recht unterschiedlich sind, wurden Beschleunigungsgeber mit verschiedenen Messbereichen gewählt.

Kopf	maximaler Messbereich	20 g
Hüfte	maximaler Messbereich	20 g
Beine	maximaler Messbereich	150 g

Messrichtung in axialer Richtung des menschlichen Körpers

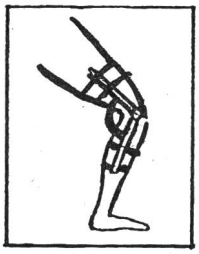
Messrichtung in axialer Richtung des menschlichen Körpers = parallel zur Wirbelsäule

Messrichtung in Längsrichtung des Schienbein (Tibia)

Schema der Positionen und Messrichtungen der Beschleunigungsgeber.

Bei der Befestigung der Beschleunigungsgeber musste darauf geachtet werden, dass sich möglichst wenig Muskel- und Fettgewebe an den Kontaktstellen befand. Um diesen Messfehler, der durch zusätzliche schwingende Elemente erzeugt wird, auszuschalten, mussten die Beschleunigungsgeber direkt am Knochen montiert werden.

Gleichzeitig mit der Beschleunigungsmessung wurde auch der *Kniewinkel* erfasst. Mit Hilfe eines elektrischen Goniometers konnte der Winkel kontinuierlich aufgezeichnet werden. Die Behinderung des Turners war dabei relativ gering (Fig. 1).



Messbereich:	0.1° — 270°
Gestrecktes Bein:	180°

Befestigung des Goniometers an Ober- und Unterschenkel mit Hilfe von Lochbandgummi.

Fig 1: Goniometer am Kniegelenk

Datenübermittlung

Alle vier Messdaten (3 Beschleunigungen und ein Winkel) wurden von einem Sender auf der Versuchsperson *telemetrisch* zur Versuchszentrale übermittelt. Die Telemetrieeinheit auf der Versuchsperson hatte ein Gewicht von 2,5 kp. Dank der drahtlosen Uebermittlung konnten auch komplizierte Bewegungsabläufe mit relativ kleiner Behinderung geturnt werden. Anderseits konnten Elemente mit hohem Schwierigkeitsgrade (Doppelsalto, Ueberschläge mit Drehungen) wegen dem Gewicht des Senders nur unkorrekt oder überhaupt nicht ausgeführt werden.

Die Registrierung der Messwerte erfolgte durch einen UV-Lichtstrahl-Oscillographen.

3. Der Einfluss der verschiedenen Landungsarten

Landungsarten

In der Versuchsanordnung wurden vier Landungsarten untersucht, die im Wettkampf oder Schulturnen zu finden sind.

Fig 2:
Landung zur Kauerstellung

Die Landung zur Kauerstellung erfolgt mit kontinuierlichem Verändern des Kniewinkels, bis die Hände den Boden berühren. Der Rücken kann dabei gerade oder gekrümmt sein.

Artikel 37, Abschnitt 11 des internationalen Wertungsreglementes schreibt Landungen zum sicheren Stand vor. Schritte, Hüpfer oder Berühren des Bodens mit einer oder beiden Händen und Abstützen werden mit Notenabzügen bestraft.

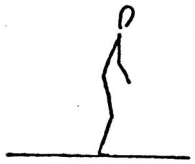


Fig. 3:
Wettkampflandung

Diese Wettkampflandung unterscheidet sich von der Landung zur Kauerstellung insofern, dass sie nicht so tief ausgefedert wird. Die Winkeländerung zwischen Ober- und Unterschenkel ist kleiner.

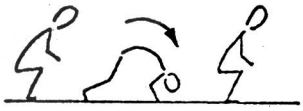


Fig. 4:
Landung mit Abrollen

Die Landung bei einem Uebungsteil wird in eine Rolle vor- oder rückwärts übergeleitet.
Bei Niedersprüngen und Rotationen vorwärts folgt eine Rolle vorwärts.
Bei Rotationen rückwärts folgt eine Rolle rückwärts.

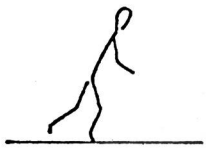


Fig. 5:
Landung gefolgt von 1 bis 2 Schritten

Die Landung erfolgt in leichter Vorlage auf beiden Füssen und wird sofort in einen Schritt übergeleitet.

Bei einem einfachen Niedersprung aus 1,5 m auf eine Matte resultierten folgende Werte:

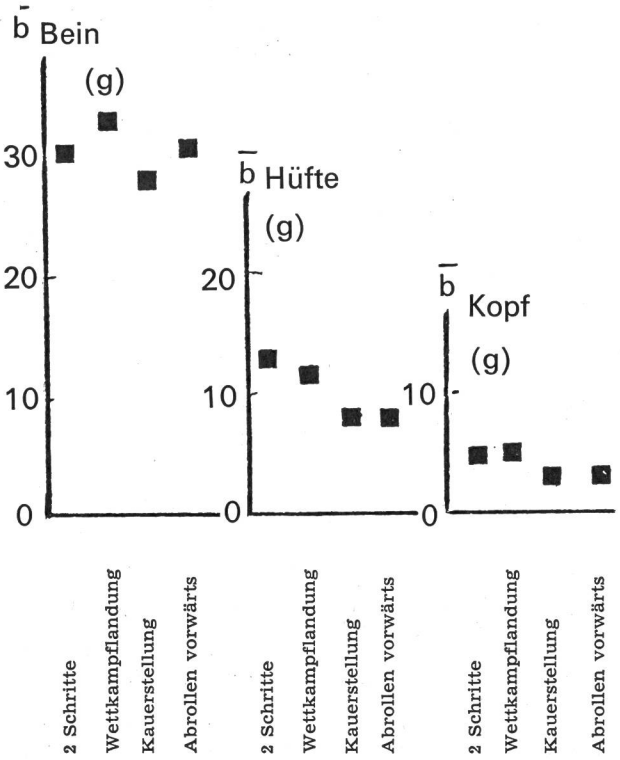


Fig. 6:
Mittlere Beschleunigungswerte bei verschiedenen Landungsarten auf eine Matte.

Die Messwerte am Schienbein unterscheiden sich bei den vier Arten praktisch nicht. Dies ist auch nicht erstaunlich, da alle Sprünge auf die gleiche Matte gesprungen wurden. Demgegenüber finden wir statistisch signifikante Unterschiede an Hüften und Kopf, d. h. dass *die Landungen verschieden ausgefedert wurden.*

Die Landung zur Kauerstellung und zur Rolle vorwärts zeigen zirka 25 Prozent geringere Belastung der Wirbelsäule als die Wettkampflandung.

Deutlicher als die Zahlen zeigt die Amplitude auf dem Messstreifen den Unterschied zwischen *weicher und harter Landung* (Fig. 7).

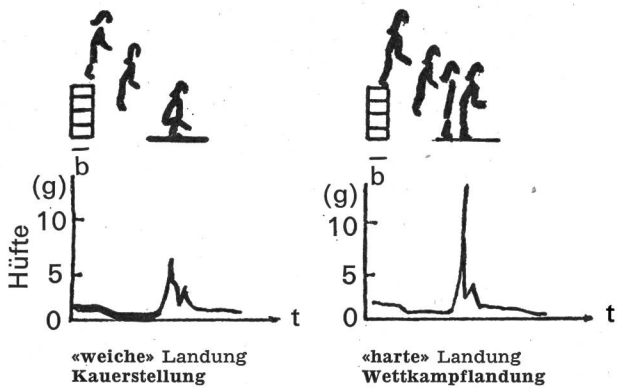
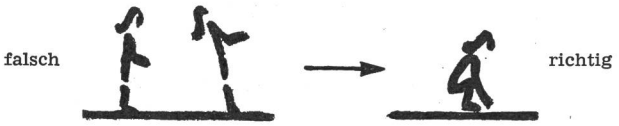


Fig. 7:
Niedersprung aus 1,5 m mit Kauerstellung und Wettkampflandung.

Für die Praxis:

> Landungen nach gewöhnlichen Niedersprüngen sollen ausgefedert werden, bis die Hände den Boden berühren (Kauerstellung).



Bei Landungen nach einer Rotation — z. B. Salto, Ueberschlag, Unterschwung —, kann eine anschliessende Rolle vorwärts den *Hüftwert um 50 Prozent reduzieren.* 50prozentige Reduktion heisst, dass die Wirbelsäule nur die Hälfte der Belastung ertragen muss.

Bis jetzt wurde immer nur von Druckkräften gesprochen. Grosse Gefahren für die Wirbelsäulenverletzungen bilden jedoch die *Biegekräfte, die Lordosierung oder Kyphosierung.* Bei einer Reihe von Elementen mit Rotationen treten bei ungenügender Beherrschung oder schlechter Ausführung (zu wenig Rotation) «Schläge ins hohle Kreuz» auf. Die Gefahr der Hohlkreuzhaltung kann weitgehend reduziert werden, wenn vom Schüler eine anschliessende Rolle verlangt wird. Dadurch wird im Flug bereits die Landung zur Rolle vorbereitet, indem der Oberkörper nach vorne geneigt wird.

Für die Praxis:

> Landungen nach Salti, Ueberschlägen, Unterschwüngen, usw. müssen mit einer Rolle abgeschlossen werden.
>
> Diese Elemente dürfen erst ohne Partnerhilfe geturnt werden, wenn sie beherrscht werden.

Die Feststellung, dass tief ausgefederte Landungen kleinere Belastungen im Bereich der Wirbelsäule haben, wird durch Abb. 8 erhärtet. *Je grösser die Winkeländerung des Knies* während der Zeit der Verzögerung (Dämpfung), *desto kleiner ist die Belastung der Wirbelsäule.*

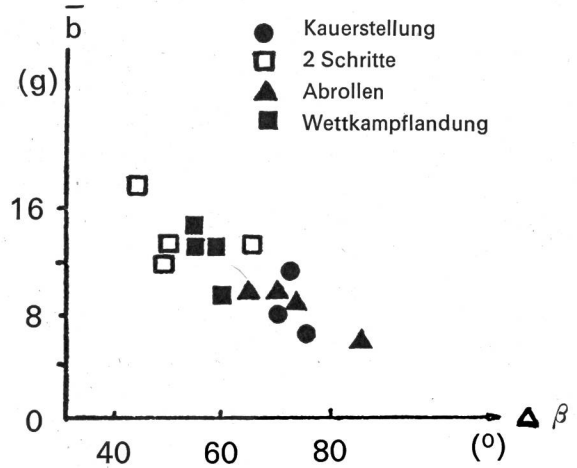


Abb. 8:
Hüftbeschleunigung als Faktor der Winkeländerung zwischen Ober- und Unterschenkel.

4. Der Einfluss der Mattenunterlage

Es wurden verschiedene Mattenunterlagen getestet, die im internationalen Wettkampfturnen vorgeschrieben sind oder im Schulturnen häufig Anwendung finden. Erstaunlicherweise sind die Unterschiede bei Landungen auf eine oder zwei Matten nicht signifikant. Die weitverbreitete Meinung von geringeren Belastungen bei Sprüngen auf die doppelten Matten wird widerlegt. Der Gewinn bei zwei Matten liegt darin, dass die Angst reduziert wird. Die Begründung ist also auf psychologischer Ebene zu suchen. Auf zwei Matten wird relativ hart gelandet, weil der Turnende glaubt, die Unterlage sei weich und deshalb die Landung weniger gut ausfedert. Diese Aussage wird bestätigt durch kleinere Winkeländerungen zwischen Ober- und Unterschenkel.
Bemerkenswert ist der *Einfluss der Schaumstoffmatte* (Fig. 9 und 10).

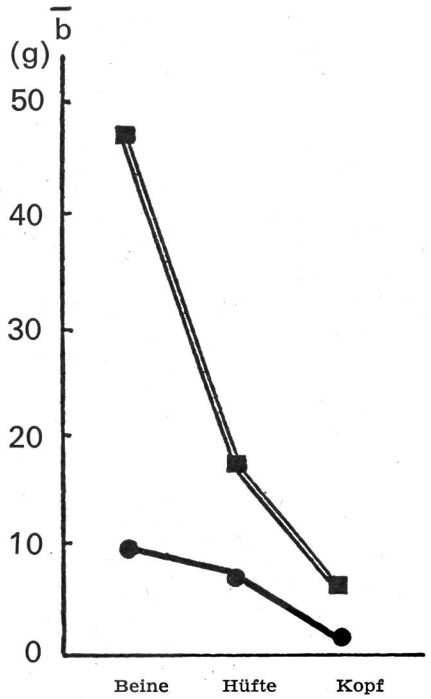


Fig. 9:
Salto rückwärts zum Niedersprung am Reck (Fleurier) auf **zwei Matten** und **Schaumstoff.**

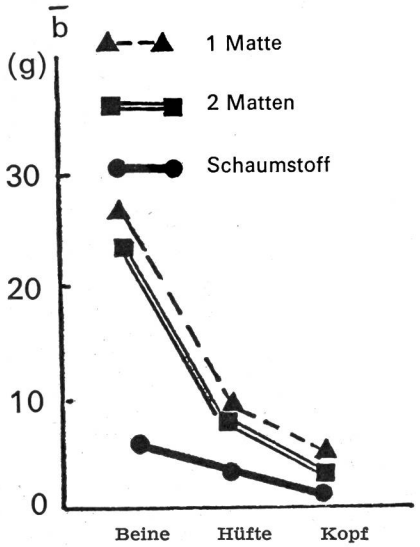


Fig. 10:
Niedersprünge aus 1,5 m auf eine und zwei Matten und Schaumstoff.

Die *Reduktion der Messwerte beträgt auf Schaumstoff* (Fig. 9):

Beine	zirka	75 Prozent
Hüfte	zirka	50 Prozent
Kopf	zirka	50 Prozent

Die genannten Ergebnisse liefern einfache Niedersprünge aus 1,5 m Höhe sowie wettkampfmässige Abgänge von den Geräten, dargestellt am Fleurier am Reck.
Bei Landungen auf Schaumstoff ist der gesamte Bewegungsapparat bedeutend kleineren Kräften ausgesetzt als bei Abgängen auf die normalen Matten. Nicht nur der absolute Wert ist geringer, sondern auch die geleistete *Dämpfungsarbeit* (Kniegelenk, Hüftgelenk, Muskulatur, Bänder, Sehnen, Wirbelsäule). Ein Mass für die Dämpfungsarbeit ist nach *Nigg* die Steigung der Verbindungslinie. Je steiler die Gerade ansteigt, um so grösser ist die geleistete Dämpfungsarbeit zwischen 2 Messpunkten. Das heisst, dass Bänder, Sehnen und Gelenke bei Abgängen auf Schaumstoff weit geringer beansprucht werden.
Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass eine grosse Zahl der Schüler mit «gestreckten» Beinen im Schaumstoff landet. Messungen haben gezeigt, dass in diesem Falle die Reduktion der Belastung gegen 0 sinkt. Es kann bei schlechten Schaumstoffmatten (ermüdetes Material) sogar zu sehr gefährlichen Schlägen kommen.

Für die Praxis:

> Für Landungen aus grösserer Höhe und Landungen nach Rotationen (Salto, Ueberschlag), sind Schaumstoffmatten unbedingt erforderlich.
>
> Auch Landungen in Schaumstoff müssen zur Kauerstellung führen.

Aufgrund dieser Resultate hat sich der Schweizerische Frauenturnverband entschlossen, auf nationaler Ebene die Abgänge auf Schaumstoffmatten zu turnen und damit einen Beitrag an die Gesundheit der Turnerinnen zu leisten.

5. Zusammenfassung

Ziel der Untersuchung war es, zu untersuchen, welchen Belastungen der menschliche Bewegungsapparat bei Landungen im Geräte- und Kunstturnen ausgesetzt ist und welche Massnahmen sich aufgrund der Resultate aufdrängen.
Die Ergebnisse zeigen, dass die Kräfte sehr stark von der Wahl der Unterlagen abhängen. Deutlich ist der Unterschied bei Landungen auf eine Matte und Schaumstoff. Bei *Schaumstoffunterlagen* erhalten wir Werte, die *am Bein um 75 Prozent, an den Hüften und am Kopf um 50 Prozent reduziert sind.* Es muss vermehrt die Gesundheit der Turner berücksichtigt werden, indem bessere Unterlagen Anwendung finden.
Der Landungsart kommt grössere Bedeutung zu als bisher angenommen wurde. Je grösser die Winkeländerung am Knie bei den Landungen, desto kleiner die Belastung. Als besonders geeignet erweisen sich Landungen mit anschliessender Rolle. Dadurch werden einerseits die Belastungen geringer, anderseits die Gefahr der «Schläge ins hohle Kreuz» (Hyperlordose) stark reduziert.
Bei Absprüngen und Landungen im Geräte- und Kunstturnen wird der Rumpf (Wirbelsäule) extrem stark beansprucht. Die mittleren Werte sind mit 20 g (Erdbeschleunigung) zirka 10mal grösser als beim Laufen auf Asphaltboden. Um einen aktiven Beitrag an die Gesundheit unserer Turnerinnen und Turner zu leisten, sind in Zukunft bessere Unterlagen zu schaffen und zu verwenden und die harten Landungen (Wettkampflandungen) durch weichere zu ersetzen.
Die aufgezeigten Ergebnisse sind zu deutlich, als dass man sie einfach übersehen dürfte. Es scheint mir notwendig, von diesem Zahlenmaterial Kenntnis zu nehmen und die entsprechenden Konsequenzen zu ziehen.

Literatur

Gymnaestrada Basel 1969: Sportliche Betätigung des Mannes / Sportliche Betätigung der Frau. — Kommissionsverlag Friedrich Reinhardt AG, Basel.

Fetz F. / Opavsky P.: Biomechanik des Turners. — Limpert Verlag, 1968.

Tuetsch C., / Ulrich S. P.: Wirbelsäule und Hochleistungssport. — Schweiz. Rundschau für Medizin, Nr. 36, 1085—1098, 1973.

Muenchinger R.: Die auf die Wirbelsäule wirkenden mechanischen Kräfte. — Rheum. Forschung und Praxis, Bd. 2, 1964.

Nigg B., / Neukomm P., / Unold E.: Ueber Beschleunigungen die am menschlichen Körper bei verschiedenen Bewegungen auf verschiedenen Unterlagen auftreten. — Laboratorium für Biomechanik der ETHZ, 1973.

Neukomm P. A.: Goniometrie, ein Mess-System der Biomechanik. — Laboratorium für Biomechanik der ETHZ.

Günther R.: Ueber Stosserschütterungen beim Gang des Menschen. — Inauguraldissertation, Med. Fak. der Universität des Saarlandes, 1967.

Spirig J.: Erschütterungen bei Absprüngen und Landungen im Kunstturnen. — Diplomarbeit am Laboratorium für Biomechanik der ETHZ, 1974.

Internationaler Turnerbund (ITB): Wertungsvorschriften. Technisches Komitee der Männer.

Anschrift des Verfassers:

Josef Spirig, Mittelschullehrer,
Im Angelrain 527, 8185 Winkel / Bülach