

Bungee-Springen aus sportmedizinischer Sicht

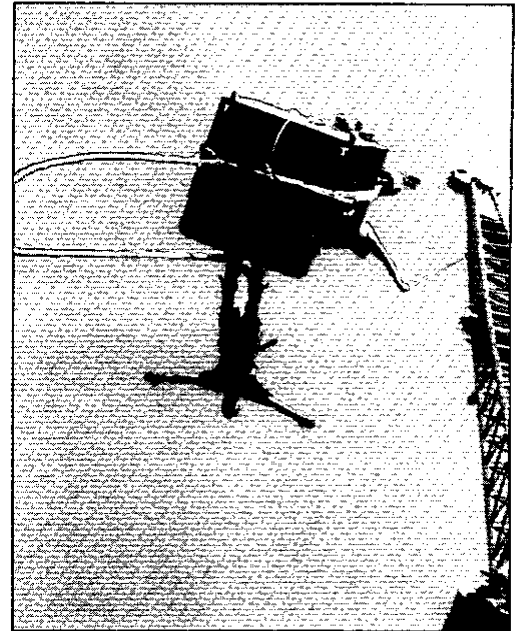
Stellungnahme aus der Sektion Breiten-, Freizeit- und Alterssport des DSÄB

(Teilnehmer: Frau Dr. Berbalk, Dr. Boldt, PD Dr. Hoffmann, Prof. Dr. Löllgen, Frau Dr. Lott, PD Dr. Luck, PD Dr. Urhausen, Prof. Dr. Völker)

erarbeitet von

A. Fromme, S. Linnenbecker, L.K. Thorwesten, K. Völker,
Institut für Sportmedizin Münster

Stand 08/98



Einleitung

Beim Bungee-Springen steht nicht der sportliche Aspekt, sondern das Erleben einer Extremsituation und die damit verbundene emotionale „Aufladung“ im Vordergrund. Dabei ist sowohl die Frage nach den Motiven, die in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen, als auch nach den Risiken von wissenschaftlichem Interesse (8). Die Überwachung der technischen Sicherheit obliegt in der Bundesrepublik Deutschland dem TÜV Bayern. Aus medizinischer Sicht steht die Frage nach den Belastungen und Risiken für den Organismus im Vordergrund. Dabei sind sowohl die Streßsituation als auch die beim Sprung auftretenden Beschleunigungen zu berücksichtigen.

Im folgenden sollen Untersuchungsergebnisse über die auftretenden Beschleunigungskräfte und die daraus resultierenden Veränderungen physiologischer Variablen vorgestellt und im Zusammenhang mit den zu diesem Thema publizierten Fällen von Gesundheitsstörungen diskutiert werden.

Historische Entwicklung

Die Ursprünge des Bungee-Springens liegen weit zurück. Im südpazifischen und südamerikanischen Raum galt es als rituelle Mutprobe, sich an Lianen von Bäumen herabzuschwingen. 1955 konnten zum er-

sten Mal Filmaufnahmen durch amerikanische Forscher auf den Pentecost-Inseln gemacht werden. 1979 erfolgte die Erst-einführung als „Sport“ in Form von Sprüngen von der Clifton Bridge in Bristol, England (16). Seitdem hat das Bungee-Springen vor allem in den USA, aber auch in Deutschland, einen rasanten Aufschwung erlebt.

Beschleunigungen

Sprungverlauf

Auf der Sprungplattform wirkt auf den Bungee-Springer die Erdbeschleunigung von 1g, entsprechend 9,81m/s. Verläßt der Proband beim Sprung die Plattform, befindet er sich zunächst im freien Fall, die dabei erreichte Geschwindigkeit ist u.a. von der Sprunghöhe und der Länge des Seils abhängig. Der Fall wird durch das Anspannen des Seiles gebremst und, die Beschleunigung negativ. Die Beschleunigungswerte erreichen im unteren Umkehrpunkt ihr negatives Maximum. Danach wird der Körper wieder nach oben beschleunigt. Der Körper bewegt sich physikalisch gesehen in Form einer gedämpften harmonischen Oszillation, bis sich nach ca. 6-7 Schwingungen und einer Zeit von 50-60 Sekunden die Ruhelage einstellt. Zusätzlich zu der vertikalen Komponente kommt es während des Sprunges zu Auslenkungen und damit verbundenen Beschleunigungen in der Horizontalebene.

Beschleunigungswerte

Der Maximalwert aller Beschleunigungskomponenten tritt in vertikaler Richtung fußwärts, also nach oben, beim ersten Abbremsen durch das Seil auf. Bei Messungen an 12 Probanden betrug der Mittelwert für dieses Maximum $3,3 \pm 0,5$ g (5). Auch in der Horizontalebene treten beträchtliche Beschleunigungen auf, und zwar sowohl in der Sagittal-Richtung als auch in der Frontal-Richtung. Die durchschnittlichen maximalen Werte betragen $2,7 \pm 0,7$ g für die Sagittal-Richtung und $2,1 \pm 0,3$ g für die Frontal-Richtung. Alle Angaben beziehen sich auf Meßpunkte im Hüftbereich.

Physiologische Variablen

Herz-Kreislauf-System

Streßbedingte Herzfrequenzerhöhungen sind bei derartigen Grenzsituationen natürlich zu erwarten. Die maximalen Herzfrequenzen lagen während des Sprunges im Durchschnitt bei $160,8 \pm 15,3$ Schlägen/min (Maximum: 185, Minimum: 137 Schläge/min). Hier zeigte sich eine deutliche Abhängigkeit von der Vorerfahrung der Springer; die drei springerfahrenen Probanden hatten im Mittel eine maximale Herzfrequenz von nur $143,7 \pm 5,8$ Schlägen/min. Die Höhe der Herzfrequenzen gibt einen deutlichen Hinweis auf die psychische Anspannung der Freiwilligen, die Werte lagen in einem Bereich, der intensiven sportlichen Belastungen ent-

spricht, ohne daß hier die entsprechende körperliche Anstrengung vorlag.

Fortlaufende Messungen des arteriellen Blutdrucks während des Sprunges sind aus technischen Gründen sehr schwierig, bisher sind hierzu keine Daten aus der Literatur bekannt. Zur orientierenden Beurteilung der psychischen Vorstart- und Nachbelastungsreaktion bestimmten wir die Blutdruckwerte konventionell nach Riva-Rocci unmittelbar vor und nach jedem Sprung.

Die Mittelwerte betragen vor dem Sprung systolisch $135,7 \pm 7,8$ und diastolisch $86,7 \pm 8,6$ mmHg, die entsprechenden Nachbelastungswerte lagen bei $141,4 \pm 16,3$ bzw. $81,9 \pm 5,7$ mmHg. Im allgemeinen war das Ausmaß der psychischen Blutdruckreaktion also gering, die größte Einzeldifferenz lag bei einem systolischen Anstieg von 135 auf 170 mmHg. Die gemessenen emotional bedingten Werte lagen in keinem Fall in einem kritischen Bereich für normotone Probanden der vorliegenden Altersstufe zwischen 20 und 30 Jahren, während des Sprunges dürften sie jedoch erheblich höher liegen.

Stoffwechsel

Über intravenöse Bestimmungen verschiedener Stoffwechselgrößen während dreier aufeinanderfolgender Bungee-Sprünge bei einem 30-jährigen Mann berichten *Zimmerman et al.* (17). Sie fanden keine Veränderungen für β -Endorphine, Wachstumshormon, Prolaktin, Testosteron und FSH. Cortisol stieg dagegen bei jedem Sprung an.

Im Rahmen der Untersuchung von *Fromme et al.* (5) wurde auch die Konzentration der Katecholamine im Urin vor und nach einem Sprung bestimmt. Es ergaben sich individuell sehr unterschiedliche Reaktionsmuster. Die Ausschüttung der Stresshormone Adrenalin und Noradrenalin und ihr charakteristisches Verteilungsprofil zeigten an, daß ein und dieselbe Situation von einem Teil der Probanden mit einer nur gering über das Normalniveau angehobenen sympathischen Aktivierung beantwortet wurde, während andere, wie erwartet, in Bereiche nervlicher Anspannung gerieten, die sonst nur in extremen Gefahrenmomenten erreicht werden.

Medizinische Gefahren

Tödliche Unfälle

Laut *Vanderford* haben seit den ersten Berichten über Bungee-Springen in den USA im Jahre 1987 über 2 Mill. Menschen Sprünge absolviert. Dabei traten nach Berichten einer Versicherungsgesellschaft 5 Todesfälle und 80 ernsthafte Verletzungen auf (15). Ursachen für letale Unfälle können sein: Reißen des Seils durch Materialfehler, Fehlberechnungen der Seillänge oder die Strangulation durch das Seil bei einem unkontrollierten Zurückschwingen nach dem ersten Abbremsen.

Organschädigungen

Eine Reihe von Publikationen befaßt sich mit der Frage der medizinischen Risiken, hier vor allem der Belastungen des Kopfes mit den Sinnesorganen Auge und Ohr, aber auch des Haltungs- und Bewegungsapparates. Systematische Querschnittsuntersuchungen fehlen noch, zumeist handelt es sich um Fallbeschreibungen.

Auge

Zahlreiche Autoren berichten über Schädigungen der Augen nach Bungee-Sprüngen. Der Unfallhergang läuft stets nach dem gleichen Muster ab. In den meisten Fällen handelt es sich um jüngere, ansonsten gesunde Personen, bei denen unmittelbar nach einem Bungee-Sprung eine plötzliche Verschlechterung des Visus auftritt. Bei der eingehenden Untersuchung findet man überwiegend Hämorrhagien in verschiedenen Regionen des Auges. Betroffen sind vor allem die Retina, der Glaskörper und die Konjunktiven (1, 2, 3, 4, 7, 10, 11, 14).

Die Autoren erklären die Einblutungen mit der Erhöhung des hydrostatischen Druckes durch die Kopfwärtsverlagerung von Flüssigkeit, die bei der negativen fußwärts gerichteten Beschleunigung auftreten kann, da die Halsvenen klappenlos sind. Der plötzliche intracerebrale Druckanstieg beim Anspannen des Seils könnte noch verstärkt werden durch den möglichen Valsalva-Mechanismus mit Glottisverschuß und intrathorakalem Druckanstieg durch Anspannen der abdominalen Muskulatur.

Die beschriebenen Fälle von Visusverlust bzw. -einschränkung waren zumindest partiell reversibel. Die Zeit bis zur

Rückbildung der Symptome reichte dabei von Tagen bis zu Monaten, es kann jedoch auch zu einem dauerhaften Visusverlust kommen (10).

Glaister berichtet, daß bei negativen Beschleunigungen über 3 g mit Einblutungen im Augenbereich zu rechnen ist (6). Nach *Hite* werden die Beschleunigungswerte, die beim Bungee-Springen auftreten, auf 2,5-3,0 g geschätzt, in Einzelfällen könnten aber auch 7-8 g erreicht werden (9). *Simons und Krol* forderten 1994 angesichts der fehlenden gesicherten Daten in einem Kommentar zum Bungee-Springen die Dokumentation von Beschleunigungskräften während eines Sprunges (13). Wie unsere Untersuchungen zeigen, können in Einzelfällen Werte von 3 g erreicht werden, so daß das Risiko einer Augenschädigung, auch bei völlig gesunden Personen, nicht auszuschließen ist. Dies sollte den Teilnehmern an derartigen Veranstaltungen deutlich gemacht werden. Eine besondere Gefährdung besteht für Kurzsichtige (Ablatio retinae) und Glaukompatienten mit engem Kammerwinkel. Auch bei Personen mit einer Prädisposition für Augenerkrankungen, insbesondere Diabetikern und Hypertonikern, ist von dieser Belastungsform dringend abzuraten.

Ohr

Mees beschreibt den Fall einer 32-jährigen Frau mit einer passageren Schwerhörigkeit mit Tinnitus nach einem Bungee-Sprung. Unter einer 6-tägigen Therapie mit Tebonin normalisierten sich die Symptome weitgehend. Er diskutiert die Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen den auftretenden Beschleunigungen und Irritationen der HWS mit nachfolgenden Innenohrstörungen geben könne. Nach seinen Angaben treten allerdings bei Fahrgeschäften (Loopings, Scooter) mit bis zu 8 g in der Vertikalrichtung deutlich höhere Beschleunigungen auf als beim Bungee-Springen. Tatsächlich konnte man retrospektiv mehrere HWS-Schleudertraumen nach derartigen Fahrten nachweisen. Eine mögliche Gefahr könnte nach Meinung des Autors beim Bungee-Springen lediglich in den unkontrollierten Nachschwingungen mit Pendelbewegungen und daraus resultierenden Scherkräften auf die Wirbelsäule bestehen (12).

Gehirn

Amgwerd beobachtete bei 2 Teilnehmern eines Bungee-Springens nach dem Sprung charakteristische Blutungen der Konjunktiven und der Gesichtshaut, wie sie nach akuter oberer Einflußstauung vorkommen. Zusätzlich traten bei beiden Personen kurzzeitige Verwirrheitszustände auf. Die Symptomenkombination ähnelt dem sog. Perthes-Syndrom, bei dem es im Gefolge eines stumpfen Thoraxtraumas zu einer massiven intrathorakalen Druckerhöhung und damit zu einem plötzlichen Rückstau in die Kopf- und Halsvenen kommt, wie er auch in der Dezelerationsphase des Bungee-Sprunges auftritt (1).

Wirbelsäule

Auch Schädigungen, die die Wirbelsäule betreffen, sind beschrieben worden. Es handelt sich um Fälle von Kompressionsfrakturen, HWS-Schleudertraumen, Facetten-Blockierungen oder Schädigungen der Bandscheiben. Wie erwähnt, ist der Halsbereich durch das Umschlingen mit dem Seil gefährdet. Hite beschreibt den Fall einer Quadriplegie nach einem Beinahe-Erhängen (9).

Über die genauen Beanspruchungen des Haltungs- und Bewegungsapparates beim Bungee-Springen ist wenig bekannt. Unsere Messungen liefern hier erste Anhaltspunkte für eine Abschätzung des Risikos. Einschränkend muß hierzu gesagt werden, daß die Beschleunigungsmesser im Bereich des Körperschwerpunktes angebracht waren und somit auch nur die Beschleunigung des Gesamtkörpers registrierten; zusätzliche Beschleunigungen, die sich bei Rotations- und Pendelbewegungen an peripheren Punkten des Körpers ergeben könnten, wurden somit nicht erfaßt. Aus diesem Grunde ist nach unserer Einschätzung bei Vorschädigungen im Bereich der Wirbelsäule, insbesondere der Halswirbelsäule, weiterhin Vorsicht geboten.

Zusammenfassung

Die Auswertung der publizierten Fallbeschreibungen und die eigenen Ergebnisse zeigen, daß es sich beim Bungee-Springen um eine zwar spektakuläre, aber letztendlich doch relativ sichere Belastungsform handelt. Schwere Unfälle oder gar Todes-

fälle sind selten, aber nie ganz auszuschließen. Zur technischen Sicherheit trägt die Kontrolle durch den TÜV oder ähnliche Institutionen sowie eine ständige Weiterentwicklung der erforderlichen Ausrüstung bei.

Die von uns gemessenen Beschleunigungen liegen in einem Bereich, der bei Tätigkeiten im Alltag und im Sport nicht selten überschritten wird. Das Seil bremst den Fall des Springers weicher ab, als man gemeinhin annimmt. Allerdings muß man einschränkend dazu sagen, daß sich ein gewisses Gefahrenmoment aus der Tatsache ergibt, daß sich der Springer kopfüber in die Tiefe stürzt. Dadurch können sich die Volumen- und Druckverschiebungen auf die empfindlichen Organe des Kopfes auswirken. Ein Restrisiko ist in diesem Bereich, speziell was die Augen betrifft, sicherlich selbst für völlig Gesunde nicht ganz auszuschließen. Für Personen mit Vorschädigungen der Augen oder einer Prädisposition zu Augenerkrankungen, wie Diabetiker, Hypertoniker u.a., ist Bungee-Springen nicht geeignet.

Die Frage, inwieweit Kräfte, die bei unkontrollierten Pendel- und Drehbewegungen auftreten können, zu einer Schädigung auch der gesunden Wirbelsäule führen können, bleibt offen. Messungen an der Hüfte, wie in der oben erwähnten Untersuchung, erfassen natürlich nicht peitschenartige Beschleunigungen, wie sie im Verlauf der Gliederkette des Körpers auftreten können. Hier müßten weitere Untersuchungen mit differenzierten Beschleunigungsmessungen durchgeführt werden, um die Belastungen vor allem im Bereich der Halswirbelsäule und des Kopfes besser abschätzen zu können. Die Belastung des Herz-Kreislauf-Systems liegt im Bereich intensiver sportlicher Belastungen. In jedem Fall muß man die Belastbarkeitsgrenzen für kardial Vorgeschädigte beachten, diese Belastungsform ist daher für alle Herz- und Gefäßkranken kontraindiziert.

Literaturverzeichnis

1. Amgwerd, M.G.: Akute venöse Stase in der Kopfregion durch Bungy-Jumping. Ein Bericht über zwei Fälle. Unfallchirurg 98(8) (1995), 447-448
2. Chan, J.: Ophthalmic complications after bungee jumping [letter]. Br. J. Ophthalmol. 78(3) (1994), 239

3. David, D.B., Mears, T., Quinlan, M.P.: Ocular complications associated with bungee jumping. Br. J. Ophthalmol. 78(3) (1994), 234-235
4. Filipe, J.A., Pinto, A.M., Rosas, V., Castro-Correia, J.: Retinal complications after bungee jumping. Int. Ophthalmol. 18(6) (1995), 359-360
5. Fromme, A., Linnenbecker, S., Stallkamp, F., Thorwesten, L., Jerosch, J.: Beschleunigungswerte und körperliche Belastung beim Bungee-Springen. In: Dickhuth, H.-H., Küsswetter, W. (Hrsg.). 35. Deutscher Sportärztekongreß, 25-27. September 1997, Tübingen. Novartis Pharma Verlag Wehr/Baden (1997), 101
6. Glaister, D.H.: The effects of long duration acceleration. In: Ernsting, J., King, P.F. (eds). Aviation medicine. London, Butterworths (1988), 139-158
7. Habib, N.E., Malik, T.Y.: Visual loss from bungee jumping [letter]. Lancet 343 (1994), 487
8. Harries, M.: The ups and down of bungee jumping. Check the rope; forget the intravenous line. BMJ 305 (1992), 1520
9. Hite, P.R., Greene, K.A., Levy, D.I., Jackimczyk, K.: Injuries resulting from bungee-cord jumping. Ann. Emerg. Med. 22(6) (1993), 1060-1063
10. Innocenti, E., Bell, T.A.G.: Ocular injury resulting from bungee-cord jumping [letter]. Eye 8 (1994), 710-711
11. Jain, B.K., Talbot, E.M.: Bungee jumping and intraocular haemorrhage. Br. J. Ophthalmol. 78(3) (1994), 236-237
12. Mees, K.: Hörstörungen nach Bungee-Springen? Laryngo-Rhino-Otol. 73 (1994), 146-8
13. Simons, R., Krol, J.: Visual loss from bungee jumping [letter; comment]. Lancet 343 (1994), 853
14. Van Rens, E.: Traumatic ocular haemorrhage related to bungee jumping [letter]. Br. J. Ophthalmol. 78(12) (1994), 948
15. Vanderford, L., Meyers, M.: Injuries and bungee jumping. Sports Med. 20(6) (1995), 369-374
16. Weyrens, M.: Bungee cord jumping. Melpomene J. 10(1) (1990), 12
17. Zimmerman, U., Loew, T., Wildt, L.: „Stress hormones“ and bungee-jumping. Lancet 340 (1992), 428