

R. Mangold<sup>1</sup>, C. Raschka<sup>2</sup>

# Psychophysiologische Streßreaktionen auf Würgegriffe im Judo

## Psychophysiologic stress reactions to choke holds in Judo

<sup>1</sup>Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie;

<sup>2</sup>Medizinische Klinik I, Städtisches Klinikum Fulda

### Zusammenfassung

Mit einer Mehrebenen-Analyse werden psychophysiologische Streßreaktionen auf Judo-Würgegriffe erfaßt. Mit diesen Würgegriffen (Shime-waza) werden über 4% aller Judo-Wettkämpfe entschieden. Probanden waren 13 wettkampferfahrene Judokas mit homogenem Bildungsgrad und einem Altersdurchschnitt von 28,0 Jahren (18 - 42 Jahre). Zur Anwendung kam das Kreuzwürgen (Juji-jime) über eine Dauer von 6 - 11 s, bis das übliche Aufgabesymbol signalisiert wurde, so daß bei keinem der Judokas Bewußtlosigkeit eintrat. Vor und nach dem Würgen wurden bei allen Probanden Streßhormone, Flimmerverschmelzungs-Frequenzen, Hautleitwiderstand und Herzfrequenz gemessen.

Nach dem Würgen reduzierte sich die durchschnittliche Flimmerverschmelzungs-Frequenz um 0,6 Hz ( $p < 0,01$ ). Der Hautleitwiderstand nahm um durchschnittlich 15 k $\Omega$  ab ( $p < 0,001$ ). Die mittlere Herzfrequenz sank um 25 % ( $p < 0,01$ ). Die Serumkortisol- und Prolaktin Spiegel stiegen unmittelbar vor dem Würgen deutlich an, und die erhöhte Urinkatecholamin-Ausschüttung hielt über 4 Stunden nach dem Würgen an. Die Reduktion des Hautwiderstandes ist ein Indikator einer zunehmenden sympathischen Aktivierung. Auch die Streßhormone reflektieren einen starken Anspannungszustand unter dem Würgegriff. Die Pulsreaktion entspricht dagegen einer parasympathischen Reaktion infolge der Karotissinus-Kompression. Der Verlauf

der Flimmerverschmelzungs-Frequenz dokumentiert die Aktivitätserhöhung beim jeweiligen Testbeginn, einen Habituationseffekt im Testverlauf und einen zusätzlichen Hypoxieeffekt durch das Würgegriffmanöver.

**Schlüsselwörter:** Judo, Würgen, Hypoxie, Flimmerverschmelzungs-frequenz, Katecholamine, Kortisol, Puls, Hautwiderstand

### Summary

By means of multi level analysis, psychophysiologic stress reactions to choke holds in Judo are being ascertained. More than 4 % of all Judo competitions are decided by choke holds (Shime waza). 13 Judoka, experienced in competitions and with a similar level of education, took part in this investigation. The probands' average age was 28 years (18-42 years). A cross choking technique was applied for a time span of 6-11 s. Choking was stopped as soon as the proband gave the commonly used signal of surrender. So, in no case fainting occurred. In all probands stress hormones, flicker fusion frequency, skin conductance level and heart frequency were measured before and after choking.

After choking, the average flicker fusion frequency decreased by 0.6 Hz ( $p < 0.01$ ). The skin conductance level sank on average by 15 k $\Omega$  ( $p < 0.01$ ). The mean heart frequency was reduced by 25 % ( $p < 0.01$ ). Serum cortisol and prolactin levels

increased directly before choking, an increase of catecholamine excretion lasted for a period of 4 hours after choking. The reduction of skin conductance level is an indicator of a growing sympathetic activation. Stress hormones, too, reflect a strong tenseness of the proband during the choking manoeuvre. In contrast, pulse reaction corresponds to a parasympathetic activation resulting from the compression of the carotid sinus. The course of flicker fusion frequency demonstrates an increase of activation at the beginning of every test, and shows habituation in the course of the trial as well as an additional effect of hypoxia induced by choking.

**Key words:** judo, choking, hypoxia, flicker frequency, catecholamines, cortisol, heart frequency, skin conductance

### Einleitung

Der japanische Pädagoge Prof. Jigoro Kano (1860-1938) gilt als Vater des Judo. 1882 gründete er eine eigene Schule, die er Kodokan nannte. Um die Verletzungsgefahr zu minimieren, eliminierte er aus der alten Kampfkunst des Jiu-Jitsus Schläge, Tritte, Stiche, Finger- und Handgelenkhebel. Trotzdem sind auch im modernen Judo Hebel und Würgegriffe erlaubt. Als ein typisches Gefahrenmoment wird von Lekszas (12) die Bewußtlosigkeit durch zu lange gehaltene Würgegriffe angegeben. Etwa 4,4 % der Kämpfe werden durch Würger (Shime-waza) entschieden (1).

Mit dem 1.1.1998 sind im Bereich des Deutschen Judobundes für B-Jugendliche (13-14 Jahre männlich und 14-16 Jahre weiblich) Würgegriffe am Boden und für A-Jugendliche (15-17 Jahre männlich und 16 -19 Jahre weiblich) Würgegriffe im Stand und vom Stand zum Boden offiziell erlaubt. An 26 Kindern und Jugendlichen (Altersspanne 7,8 - 16,5 Jahre, darunter 4 Mädchen) wurde bereits vor Anwendung eines Würgegriffs und eine Minute nach dem Abklopfen der Einfluß auf ausgewählte Herz-Kreislauf-Parameter und den Säure-Basen-Status untersucht. Dabei ergab sich keine signifikante Veränderung von Pulsfrequenz, PQ-Zeit, QRS-Zeit, QT-Zeit, pH-Wert, pCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub>, Standardbikarbonat und Basenexzeß (2).

In einer bereits vorgestellten Studie hatten wir bei neun wettkämpferfahrenen Judokas der Regional- und Oberliga mittels transkranieller Dopplersonographie die intrakranielle Strömungsgeschwindigkeit in der A.cerebri media in Ruhe und während eines typischen Judo-Würgemanövers (Shime-waza) untersucht (18). Die mittleren enddiastolischen Flow-Werte in der A. cerebri media sanken dabei von  $37,9 \pm 7,8$  cm/s auf  $4,2 \pm 4,3$  cm/s ( $p < 0,01$ ).

Das relativ gering einzuschätzende gesundheitliche Risiko wird durch die Befunde einer 13-Jahreserhebung mit 1569 Sporttodesfällen in Deutschland gestützt, in der lediglich ein traumatischer Todesfall im Judo registriert wurde, der zudem nicht auf Würgen zurückzuführen war (14,15).

Um auch subklinische, flüchtige Veränderungen zu erfassen, wurden von uns in einer Anschlußstudie bei 6 wettkämpferfahrenen Judokas spektralanalytisch EEG-Veränderungen erfaßt, nachdem sie sich einem Würgemanöver unterzogen hatten (19). Auffällig war eine signifikante Zunahme der Global Field Power in den unteren Frequenzbereichen der Delta- und Theta-Bänder. Gleichzeitig kam es zu einer signifikanten Abnahme der Leistungsdichte im Alpha-Bereich. Die Veränderungen waren nach einer durchschnittlichen Würgedauer von 8 s bis zu einem Zeitraum von 20 s statistisch signifikant nachweisbar. Die mögliche klinische Relevanz dieser elektrophysiologischen Veränderungen blieb jedoch zunächst offen.

Die vorliegende Studie untersucht daher die Änderungen psychophysiologischer und endokrinologischer Parameter auf das Würgemanöver beim Judo, bei der die Streßreaktionen und die Folgen der reduzierten Hirndurchblutung der Judokas erfaßt werden.

## Methodik

### Stichprobe

Untersucht wurden 13 männliche Judokas, alle mit langjährigen Trainings- und Wettkämpferfahrungen. Das Würgemanöver war allen Probanden sowohl aktiv als auch passiv vertraut. Das mittlere Alter der Probanden betrug  $28,0 \pm 7,9$  Jahre (Spannbreite 18 - 42 Jahre). Der Bil-

dingsgrad der Probanden war homogen, alle verfügten über Abitur bzw. einen Hochschulabschluß.

### Würgemanöver

Die ausführende Person trat von vorne seitlich an den Probanden heran, setzte den Kreuzwürgegriff an den oberen Reversabschnitten der Kampfjacke an und begann das Würgemanöver mit einer Drehbewegung der Hände und Unterarme nach innen, bei gleichzeitigem Zug der Arme zum eigenen Körper hin. Hierdurch wird vor allem eine gleichmäßige Kompression der ventralen Halsabschnitte erreicht, in denen die großen Hals-Kopf-Gefäße verlaufen. Sobald der Proband abklopfte, wurde der Würgegriff beendet.

nach dem Würgemanöver und der Katecholamine (Adrenalin, Noradrenalin und Dopamin, HPLC) im 4 Stunden-Sammelurin jeweils in der Periode vor und nach dem Würgen erfolgte nach den üblichen Standardmethoden der Deutschen Gesellschaften für Klinische Chemie und Hämatologie (vgl. 22). Die Angabe der Hormonkonzentrationen erfolgte in den in der Klinik üblichen Maßeinheiten. Eine Umrechnung in SI-Einheiten ermöglichen die Angaben in den Tabellen 1 und 2.

### Flimmerverschmelzungs-Frequenz

Die Flimmerverschmelzungsfrequenz (FVF) ist der Schwellenwert des subjektiv empfundenen Übergangs vom Flimmerlicht zum kontinuierlichen Dauerlicht. In dem in dieser Studie eingesetzten aufsteigen-

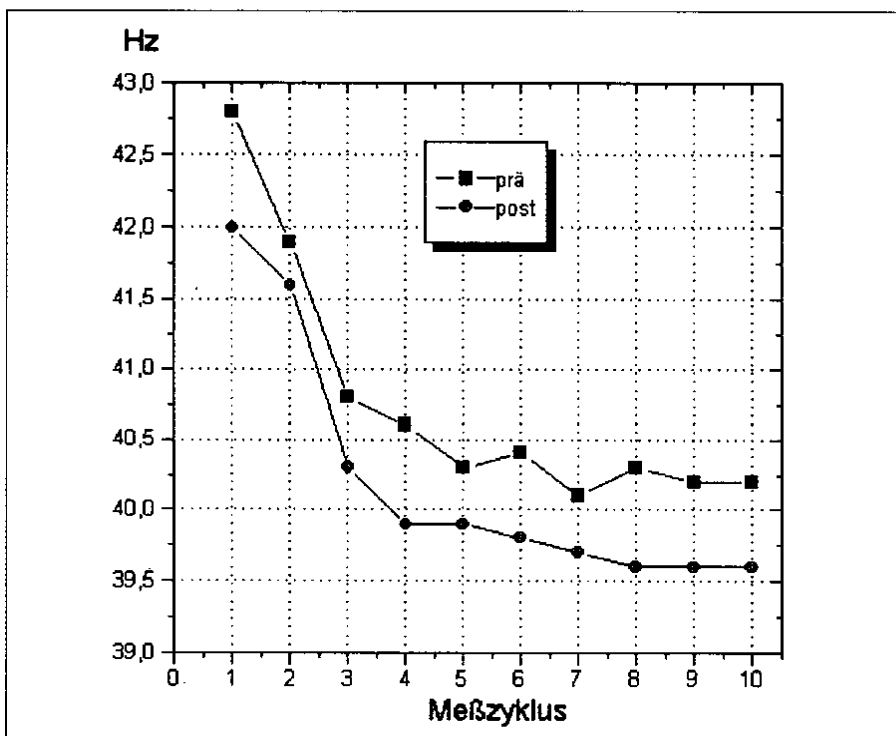


Abb. 1: Flimmerverschmelzungs-Frequenz Prä-post-Messung; 10 Meßzyklen; Mittelwerte

Somit trat bei keiner Versuchsperson Bewußtlosigkeit auf. Im Mittel betrug die Kompressionsdauer 8 Sekunden (mindestens 6 s, längstens 11 s).

### Untersuchte Parameter

#### Streßhormone

Die Bestimmung der Hormone Prolaktin (Immunoluminometrischer Assay) und Kortisol (Chemilumineszenz-Immunoassay) im Serum an den Zeitpunkten 5 und 10 min vor sowie 5, 10, 20 und 40 min

den Verfahren wird die Frequenz aufeinanderfolgender Lichtreize so lange erhöht, bis das Flimmern allmählich in ein subjektiv wahrgenommenes Dauerlicht übergeht. Diejenige Frequenz, bei der dieser Wahrnehmungsvorgang entsteht, wird als Verschmelzungsfrequenz bezeichnet. Der Übergang vom Flimmern zum Dauerlicht wird von den Probanden mit einem Tastendruck markiert. Die Flimmerverschmelzungsfrequenz gilt als psychophysiologischer Parameter des zentralen Aktivierungsniveaus und der visuellen

Diskriminationsfähigkeit. Zentrale Aktivierungszustände verschieben die Flimmererschmelzungs-Frequenzen nach oben oder nach unten. Ermüdung, höheres Lebensalter, zentral sedierende Substanzen und hirnanorganische Psychosyn-drome führen zu einer Reduktion der Verschmelzungsfrequenzen. Eine Abnahme der FVF ist also ein Indikator für einen zentralen Leistungsabfall (3, 5). Bei der Untersuchung der Judokas wurde der aufsteigende Modus vom Flimmerlicht zum Gleichlicht gewählt mit einer Frequenzänderung von 1,5 Hz/s. In die Verlaufsbeobachtung gingen jeweils 10 Meßzyklen ein. Somit wurde die zentrale Aktiviertheit im Verlauf von durchschnittlich einer Minute unmittelbar nach dem Würgegriff untersucht. Die FVF wurde mit dem Flimmerfrequenz-Analysator des Wiener Testsystems bestimmt. Vor den prä-post-Messungen machten sich die Probanden in einem Probedurchgang mit der Testdurchführung vertraut.

## Hautleitwiderstand (SCL) und Herzfrequenz:

Ist die FVF ein Indikator der zentralen Aktiviertheit, so reflektiert der Hautleitwiderstand den Erregungszustand des vegetativen Nervensystems. Da die Schweißdrüsen der Haut über Acetylcholin ausschließlich sympathisch ernerviert werden, gilt der Hautwiderstand als physiologische Kenngröße des Erregungsniveaus des sympathischen Nervensystems. Änderungen des Hautwiderstandes treten als Folge von Stress, Angst oder Erregung auf. Der Basiswiderstand SCL (Skin Conductance Level) ist relativ konstant und ändert sich nur langsam als tonische Komponente des Hautwiderstandes. Dieser Basiswiderstand wird überlagert von phasischen Reaktionen (SCR - Skin Conductance Response). Erregungsanstiege führen zu einer Senkung des Hautwiderstandes, Entspannung und eine Abnahme emotionaler Aktiviertheit zu einer Zunahme. Hautwiderstand und Herzfrequenz wurden parallel und kontinuierlich vor, während und nach dem Würgegriff abgeleitet (Biofeedbackgerät SOM 4500). In die Auswertung ging eine Zeitspanne von insgesamt 24 Sekunden ein. Es wurden die Veränderungen von Hautwiderstand und Herzfrequenz 6 Sekunden vor Einsetzen des Würgegriffes und die fol-

genden 18 Sekunden berücksichtigt. Die Berechnung erfolgte mit dem t-Test für verbundene Stichproben.

## Ergebnisse

### Stresshormone

Der Serumkortisolspiegel erreicht 10 - 5 Minuten vor dem Würgegriff seine höchsten Werte ( $11 \pm 5 \mu\text{g/dl}$ ) und fällt dann kontinuierlich in den nächsten 40 Minuten ab. Ähnlich verlaufen die Prolaktinkonzentrationen mit einem Maximum 5 Minuten vor dem Würgegriff und anschließend kontinuierlichen Abfall. Hinsichtlich der Katecholamin-Urinausscheidung ergeben sich für alle Katecholamine im 4-Stunden-Intervall nach dem Würgegriff erhöhte Werte, wobei die-

(t-Test;  $p < 0,01$ ). Die prä- und post-Meßzyklen weisen dabei den gleichen Verlauf auf, wobei die Verschmelzungsschwellen nach dem Würgegriff durchgängig parallel nach unten verschoben sind. Bei den ersten drei Meßzyklen werden sowohl vor als auch nach dem Würgegriff höhere Verschmelzungsfrequenzen gemessen als in den sieben anschließenden Meßzyklen (Abb. 1).

### Hautleitwiderstand und Herzfrequenz

Das Würgegriff führt bei allen Probanden zu einer deutlichen und statistisch hoch signifikanten Abnahme des Hautwiderstandes im Vergleich zum Baseline-Niveau (t-Test;  $p < 0,01$ ). Herzfrequenz und Hautwiderstand ändern sich synchron (Abb. 2). Die mittlere Herzfrequenz von 86 Schlägen/min in der Baseline-Phase sinkt

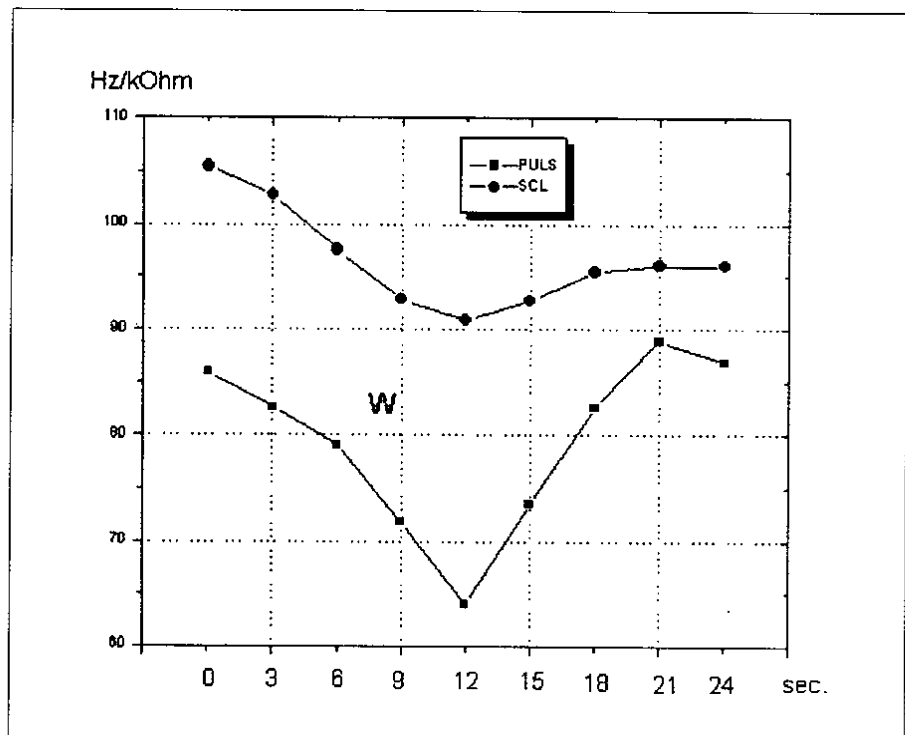


Abb. 2: Veränderungen von Hautleitwiderstand (SCL) und Herzfrequenz (Puls) vor, während und nach dem Würgegriff (W).

se Veränderungen nur für Adrenalin signifikant sind (t-Test; s. Tab. 1)

### Flimmererschmelzungs-Frequenz

Nach dem Würgegriff kommt es zu einer Frequenzerniedrigung über alle 10 Meßzyklen hinweg um durchschnittlich 0,6 Hz von 40,8 Hz auf 40,2 Hz. Die Mittelwertdifferenzen sind hochsignifikant

als Folge des Würgegriffes um 25,5 % auf durchschnittlich 64 ( $p < 0,01$ ; t-Test). Parallel dazu vermindert sich der mittlere Hautwiderstand von 105 auf 90 kOhm (14,3 %). Die individuellen Reaktionen sind bei der Herzfrequenz wie auch beim Hautwiderstand sehr heterogen. In Einzelfällen werden durch das Würgegriff Bradykardien mit Herzfrequenzen unter 38 Schlägen/min ausgelöst.

## Diskussion

Ziel der Untersuchung war die Mehrebenen-Analyse der psychophysiologischen Streßreaktionen sowie die Abschätzung der Folgen der zentralen Hypoxie nach Würgegriffen, die zum Standard-Repertoire des Kampfsports Judo gehören. Zudem sollte untersucht werden, ob mit gesundheitlichen Risiken und längerfristigen Folgen der im Training wie im Wettkampf häufig angewendeten Würgegriffe zu rechnen ist. Zusammen mit bereits früher durchgeführten Brain-Mapping- und dopp-

vor dem Würgen unterstreichen die rasch einsetzende Streßreaktion. Danach fallen sie wieder kontinuierlich ab. Die Größenordnung der Veränderung erreicht dabei verständlicherweise nicht die Werte, die bei extremen Ausdauerbelastungen erfaßt werden (4, 16, 17). So kommt es z.B. bei Ultralangstreckenläufern zu einer Erhöhung des Prolaktins bis auf 13,9 ng/ml (Ausgangswert 5,9 ng/ml) und des Kortisols auf 37,8 µg/dl (Ausgangswert 14,2 µg/dl) (17). Sie entsprechen eher den Werten bei kurzen intensiven Belastungen sowie Werten wie sie für den „Vorstartzustand“ bei

höhten Kortisolspiegel vor Durchführung des Würgegriffs, der nach der starken psychischen Anspannungsphase (vgl. „Get-ready“-Phase nach *Ikai et al.*, 6) schon kurz nach dem Würgen wieder abfällt. Einen höheren Reiz stellt jedoch in der japanischen Studie sicherlich das Würgen bis zur Bewußtlosigkeit dar, der seinen Niederschlag in der langanhaltenden 17-Ketosteroid-Ausscheidung findet.

Das Würgen verursacht eine zentrale Hypoxie mit entsprechenden Leistungseinbußen (Flimmerverschmelzungs-Frequenz, EEG-Spektralanalysen, Dopplersonographie), die mindestens 20 Sekunden anhalten, vermutlich jedoch bis zu mehreren Minuten. Diese Beobachtungen sind nicht nur für die Wettkampftaktik von Bedeutung, sondern auch bei Gewalttaten zu berücksichtigen: die Würge-Opfer sind wegen der überschießenden Streßreaktionen und der Hypoxie über einen bedeutsamen Zeitraum hinweg in einem Alarmzustand, aber nur eingeschränkt handlungsfähig. Möglicherweise können hier Beziehungen zu den Symptomen von posttraumatischen Belastungsstörungen hergestellt werden, bei denen sich die Wahrnehmung größter Gefahr mit der der Handlungsblockade verbindet. Bei der Flimmerverschmelzungs-Frequenz führt der Testbeginn zu einer zentralen Aktivierung, die sich in einer Schwellenerhöhung abbildet. Durch Habituationseffekte erfolgt dann allmählich eine Schwellenreduktion.

Mit dem Würgegriff wird zudem eine zentrale Hypoxie verursacht, die im Vergleich zur Prä-Messung zur Absenkung der Verschmelzungsschwellen führt. Somit bildet sich in den Meßzyklen der FVF ein dynamischer Prozeß ab, der einerseits gekennzeichnet ist von einer Aktivitätserhöhung beim jeweiligen Testbeginn, einem Habituationseffekt im Testverlauf und einem zusätzlichen Hypoxieeffekt nach dem Würgegriff. Es wird vermutet, daß die psychophysiologische Alarmreaktion beim Würgen eine noch deutlichere hypoxiebedingte Senkung der Verschmelzungsfrequenzen verhindert. Das Würgen führt damit zu einer passageren zentralen Leistungsreduktion, was nach den Testnormen einem Alterseffekt von ca. 6 Jahren entsprechen würde. Die altersbezogenen Prozenträge (5) vermindern sich durch das Würgen von 65 auf 58.

Streßhormone	vor	nach
Adrenalin (µg/4h)	6,3±2,9	8,5±3,6
Noradrenalin (µg/4h)	23,9±12,8	27,7±10,9
Dopamin (µg/4h)	188,6±83,0	220,5±98,8

Tab. 1: Katecholaminausscheidung (gemessen im 4h Sammelurin) vor und nach dem Würgegriff  $\bar{x} \pm s$  Umrechnung in nmol/4h mit Hilfe der Faktoren 0,0059 (NA), 0,0055 (A) und 0,0065 (Dopamin)

ersonographischen Studien (18, 19) wird eine umfassende neurologische und psychophysiologische Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen der Würgegriffe möglich. In der vorliegenden Arbeit wird das Aktivierungsniveau vor, während und nach dem Würgegriff auf endokriner, vegetativer und zentraler Ebene dokumentiert.

Trotz der jahrelangen Trainings- und Wettkampferfahrungen und einer damit einhergehenden Habituation verursacht das Würgegriff bei den Judokas eine ausgeprägte Streßreaktion, die sich zwar mit unterschiedlichen Latenzen, jedoch in gleicher Richtung in den verschiedenen Meßebenen zeigt (Katecholamine, Kortisol, Hautleitfähigkeit, EEG-Spektralanalysen). Es ist zudem bemerkenswert, daß die Streßreaktionen bereits kurz vor dem Würgen einsetzen. Wie aus der Abbildung 2 hervorgeht, kommt es bereits kurz vor dem Einsetzen des Würgegriffs zu einer Reduktion des Hautwiderstandes, was auf eine konditionierte, antizipatorische Streßreaktion bei ängstlich-angespannter Erwartung hinweisen könnte. Die Reduktion des Hautwiderstandes als Indikator einer zunehmenden sympathischen Aktivierung geht einher mit einer Herzfrequenzverminderung, die durch parasympathische Funktionen (Vagus) gesteuert wird.

Auch die erhöhten Plasmakonzentrationen von Kortisol und Prolaktin bereits

Wettkämpfen und andere Formen psychischer Erregung typisch sind (23).

Die erhöhte Urinausscheidung der Katecholamine nach dem Würgen reflektiert gleichfalls die ausgeprägte Streßreaktion, wobei die zeitliche Zuordnung weniger exakt als bei den Bluthormon-Konzentrationen erfolgen kann. Die signifikante Erhöhung der Adrenalinausscheidung nach dem Würgegriff korreliert mit Beobachtungen von *Lehmann et al.* (9,10,11), die eine erhöhte Katecholaminausscheidung unter emotionalem Streß und sogar in der Nacht vor einem Wettkampf registrierten. Länger anhaltende endokrine Veränderungen wurden von *Ogawa et al.* (13) registriert. Sie fanden einen deutlichen Anstieg der 17-Ketosteroid-Ausscheidung in den zwei Stunden nach dem Würgegriff, das im Unterschied zur vorliegenden Untersuchung bis zur Bewußtlosigkeit durchgehalten wurde. Nach 6 - 8 h war dieser Effekt nicht mehr nachzuweisen. Außerdem war es zu einem Anstieg der Eosinophilen gekommen, der in den folgenden 4 Stunden wieder auf den Ausgangswert zurückkehrte. Diese Streßreaktion korreliert sehr gut mit der in unserer Untersuchung dokumentierten verstärkten Katecholamin-Ausscheidung in den ersten vier Stunden unmittelbar nach dem Würgegriff. Die vermehrte 17-Ketosteroid-Ausscheidung nach dem Würgen korreliert mit dem deutlich er-

Die anfangs aufgeführte signifikante Zunahme der Global-Field-Power in den unteren Frequenzbereichen der delta- und theta-Bänder und die signifikante Abnahme der Leistungsdichte im alpha-Bereich hält bis zu einem Zeitraum von 20 Sekunden an. Diese hypoxiebedingten Alterationen entsprechen den beschriebenen Leistungsreduktionen auf der psychophysiologischen Ebene (FVF). Übertragen auf die Wettkampfsituation im Judo oder Ju-Jitsu bedeutet dies für den Angreifer, daß er innerhalb der nächsten 20 Sekunden nach dem Würgen intensiv nachsetzen sollte, um seinen Gegner mit einer weiteren Aktion zu besiegen, falls sich dieser Kämpfer überhaupt aus dem Würgegriff befreien konnte. Aus der Perspektive des Gewürgten, der sich aus dem Griff lösen konnte, ist es dagegen taktisch vordringlich, Zeit zu gewinnen, oder den Kampf zu unterbrechen, um die kritischen 20 Sekunden zu überbrücken. Diese Zusammenhänge lassen sich auf Notwehrsituationen und

widerstand als Folge einer antizipatorischen Streßreaktion absinken. Weniger mit den allgemeinen physiologischen Aspekten, als mit der Frage nach den Ursachen für die Bewußtlosigkeit beim Würgen und möglicher Gefahren beschäftigten sich *Suzuki et al.* (21). Unter der Judo-Würgetechnik kam es nach ca. 10 s zur Bewußtlosigkeit, die 9,5 s - 14,4 s anhielt. Auch hier traten vereinzelt Krampfanfälle während des Bewußtseinsverlustes auf. Man ging zusätzlich der Frage nach, welche Rolle die Stimulation des Karotis-Sinus bei der Genese der Bewußtseinsverluste unter dem Würgen spielt. Entgegen der erwarteten Vagus-induzierten Bradykardie beobachtete *Suzuki* eine sympathische Reaktion mit Tachykardie, Blutdruckanstieg und Mydriasis. Die Kompression der Karotis verursacht nach seiner Ansicht einen Blutdruckabfall im Bereich der Sinus beider Karotiden, der seinerseits eine reflektorische Sympathikusantwort provoziert. Als weiteren wichtigen Pathomecha-

ten Punkt der intrakraniellen Druckerhöhung setze eine reflektorische, Sympathikus-vermittelte Vasokonstriktion der Hirngefäße ein. Alle drei Mechanismen zusammen würden die Hypoxie und metabolische Störung induzieren.

Zur Pathophysiologie der Bewußtlosigkeit unter dem Würgen führt *Koiwai* (8) Sauerstoffmangel und metabolisch-toxische Einflüsse an. Beide Faktoren seien Folge der akuten zerebralen Anämie, also Minderperfusion durch Kompression der A. carotis communis, der Vv. jugulares und der okzipitalen Arterien. Zum anderen träte durch Reizung der Barorezeptoren des Sinus caroticus eine Schockreaktion mit Tachykardie und peripherer Vasodilatation auf. Bei korrekter Durchführung der Würgetechnik komme es nach durchschnittlich 10 s (Spannbreite 8 - 14 s) zur Bewußtlosigkeit, wobei 250 mm Hg oder 5 kg Zugkraft zum vollständigen Verschuß der Karotiden ausreichen würden. Zum Verschuß der Trachea müsse das 6fache der Kraft aufgebracht werden.

In der vorliegenden Untersuchung, bei der vor dem Erreichen der Bewußtlosigkeit rechtzeitig abgeschlagen und damit das Würgen unterbrochen wurde, wird dagegen eine deutliche Bradykardie ausgelöst. Der kontinuierliche Druck auf die Pressorezeptoren des Carotissinus bewirkt eine signifikante Abnahme der Herzfrequenz, wie sie auch aus klinischen Beobachtungen an älteren Menschen mit arteriosklerotischen Gefäßveränderungen und damit hypersensitivem Carotissinus bekannt ist.

Messzeitpunkt	Kortisol (µg/dl)	Prolaktin (µg/dl)
10'v	11,0±2,8	6,7±1,1
5'v	11,0±5,5	10,0±8,9
5'n	9,8±5,7	9,0±4,2
10'n	8,1±3,8	6,2±2,7
20'n	8,3±4,7	6,2±2,6
40'n	7,7±2,3	5,6±1,9

Tab. 2: Verlauf der venösen Konzentration von Kortisol und Prolaktin im Zeitraum von 10 min vor bis 40 min nach dem Würgeманöver.  $\bar{x} \pm s$  (Umrechnung der Kortisolkonzentrationen in nmol/l durch Multiplikation mit dem Faktor 27,6)

Selbstverteidigung wie auch auf Polizeiaktionen übertragen.

In einer 1958 veröffentlichten Studie der Tokioter Judo-Schule Kodokan zu physiologischen Veränderungen beim Würgen wurden 6 Probanden mit jeweils drei verschiedenen Techniken gewürgt (6). Im Unterschied zur vorliegenden Arbeit wurden in dieser Studie bewußt nicht nur die Bewußtlosigkeit der Probanden, sondern auch Krampfanfälle und Konvulsionen in Kauf genommen und dokumentiert. Elektroenzephalographisch unterschieden die Autoren eine „Get-ready“-Phase von der Ruheperiode, die als Ausdruck angespannt-ängstlicher Erwartung vor dem Einsetzen des Würgeманёvers gewertet wurde. Unsere Untersuchungen deuten ebenfalls darauf hin, daß bereits ca. 3 s vor dem Würgegriff Herzfrequenz und Haut-

nismus betrachtet er auch metabolische Störungen und eine intrazerebrale Hypoxie, die Folgen der behinderten Zirkulation, vor allem des venösen Abflusses seien. In chronologischer Reihenfolge komme es bei Würgebeginn zunächst zu einem Verschuß der Jugularvenen, der zu einer Erweiterung des Venensystems und damit zum Anstieg des intrakraniellen Druckes führe. Nach kurzer zeitlicher Verzögerung träte nun eine vollständige Kompression der Karotiden auf, wodurch der Schädelinnendruck weiter erhöht werde, da über die Aa. vertebrales weiterhin Blut in das Gehirn gelangt. Dies nun löse ein intrazelluläres Ödem aus, das im EEG die Delta-Wellen hervorrufe. Da die Hauptversorgung des ZNS mit arteriellem Blut über die Karotiden erfolge, träte dennoch eine zerebrale Hypoxie auf. Ab einem bestimm-

## Schlußfolgerungen für die Praxis

Das Würgen induziert eine zentrale Hypoxie mit entsprechenden Leistungseinbußen (Flimmerverschmelzungsfrequenz), wie schon aufgrund der Voruntersuchungen mit EEG-Spektralanalyse und Dopplersonographie vermutet worden ist.

Diese Leistungsminderung hält mindestens 20 s sicher an, was folgende Konsequenzen für Judo- bzw. Ju-Jitsu-Wettkampfpraxis und auch die Selbstverteidigung nach sich zieht

- Der Gewürgte muß wettkampftaktisch

bemüht sein, sich nach geglückter Befreiung aus dem Haltegriff durch zeitliche Verzögerung über die nächsten 20s zu retten, falls ihm diese Aktion überhaupt gelingt. Opfer einer Straftat sollten nach einem Würgegriff zunächst ihr Heil in einer raschen Fluchtaktion suchen, um die Phase der zentralen Hypoxie mit den daraus resultierenden Leistungseinbußen zu überbrücken und sich erst nach Ablauf dieser Zeit für eine mögliche, überlegte Selbstverteidigungsaktion zu entschließen.

- Der Würgende sollte versuchen, nach dem Scheitern eines Würgehaltegriffs so intensiv und rasch wie möglich nachzusetzen, um seinen Gegner endgültig zu besiegen, da sein Gegner in den nächsten 20 s psychophysiologisch am stärksten angeschlagen sein dürfte.

Erstaunlicherweise wird trotz jahrelanger Trainings- und Wettkampferfahrung immer noch eine deutlich meßbare Streßreaktion bei den Wettkämpfern festgestellt, die sich mit unterschiedlicher Latenz, jedoch in gleicher Richtung offenbart. Bemerkenswerterweise setzt diese Streßreaktion bereits kurz vor dem Würgen ein, was die konditionierte und antizipatorische Streßreaktion bei angespannter Erwartung reflektiert, da der Vorgang dem Probanden aus Training und Wettkampf bekannt ist. Diese Streßreaktion erscheint adäquat. Immerhin bedeutet ein Angriff auf den Hals außerhalb der Turnhalle gewöhnlich eine massive Bedrohung des eigenen Lebens. Vor allem bei Würgeopfern krimineller Gewalttäter könnte diese Streßreaktion möglicherweise erheblich stärker ausfallen. Die Verbindung einer überschießenden Streßreaktion mit der kurzfristigen Hypoxie könnte einen Erklärungsansatz für die nicht selten anzutreffende Handlungsblockade trotz größter Gefahr darstellen.

### Literatur

1. Barquin R. C.: Handbook of the International Judo Federation 1979, 29-39
2. Brendel B., Brendel S.: Der unmittelbare Einfluß von Würgegriffen im Judokampfsport bei Kindern und Jugendlichen auf Herz-Kreislauf-Parameter und Säure-Basen-Status. *Medizin und Sport* 23 (1983), 10, 316-319
3. Brickenkamp R.: Handbuch apparativer Verfahren in der Psychologie. Hogrefe, Göttingen 1986
4. Duclos M., Corcuff J.B., Arsac L., Moreau-Gaudry F., Rashedi M., Roger P., Tabarin A., Manier G.: Corticotroph axis sensitivity after exercise in endurance-trained athletes. *Clin. Endocrinol. (Oxf)* 48 (1998), 493-501
5. Eberhardt G.: Flimmerfrequenz-Analysator. Automatische Meßmethode, Version 3.00, Manual. Dr. G. Schuhfried, Mödling 1994
6. Ikai M., Ishiko T., Ueda G., Yamakawa J., Toyoda A., Ogawa S., Hirai, J., Katsumu ra R., Seki T., Minami M., Akutsu K., Masuda M., Inoue O., Sakai T., Suzuki K., Morikawa M., Watanabe T., Matsumoto Y.: Physiological Studies on Choking in Judo. Part I. Studies in general. *Bulletin of the Association for the Scientific Studies on Judo. Kodokan Report I, Tokyo 1958*, 1-12
7. Koitwai E.K.: Fatalities associated with Judo. *The Physician and Sports Medicine* 9 (1981), 61-66
8. Koitwai E.K.: Deaths allegedly caused by the use of choke-holds (Shime-waza). *Journal of Forensic Sciences* 32 (1987), 419-432
9. Lehmann M., Huber G., Spöri U., Keul J.: Catecholaminausscheidung bei körperlichen und konzentrativen Belastungen. *Int Arch Occup Environ Health* 50 (1982), 175-186
10. Lehmann M., Jakob E., Roscher E., Tusch R., Keul J.: Ski-flying related catecholamine excretion compared with cross-country skiing. *Int J Sports Med* 9 (1988), 1-5
11. Lehmann M., Schnee W., Scheu R., Stockhausen W., Bachl N.: Decreased nocturnal catecholamine excretion: parameter for an overtraining syndrome in athletes? *Int J Sports Med* 13 (1992), 236-242
12. Lekszas G.: Sportspezifische Verletzungen im Judokampfsport, Unfallmechanismen und Hinweise zur Prophylaxe. *Medizin und Sport* 13 (1973), 79-84
13. Ogawa S., Akutsu K., Sugimoto R., Saiki H., Ikawa Y., Tsuboi M.: Physiologic studies on chokin in judo - studies on choking with reference to the hypophysio- adrenocortical system. *Bulletin of the Association for the Scientific Studies on Judo. Kodokan Report 2, Tokio 1963*, 107-114
14. Raschka C., Parzeller M., Gläser H.: Todesfälle im Vereinssport in der Bundesrepublik Deutschland. *Dtsch Z Sportmed* 47 (1996), 17-22
15. Raschka C., Roth J., Parzeller M., Hammar C.-H., Bonzel T.: Der kardiale Zwischenfall beim Kampfsport. *Herz / Kreislauf* 28 (1996), 79-82
16. Raschka C., Schuhmann R., Plath M., Parzeller M.: The changes of hormone values during an ultra long distance run. In Steinacker J.M., Waed S.A.: *The Physiology and Pathophysiology of Exercise Intolerance*. Plenum Press, New York und London, 1996, 239-246
17. Raschka C., Schuhmann R., Plath M.: Die Veränderung von Sexual- und Nebennierenrindenhormonspiegeln, ACE und Elektrolyten unter der Belastung eines 20tägigen Ultralangstreckenlaufs (1000km) Schweiz Z Sportmed Sporttraumatol 1 (1995) 4, 22-25
18. Raschka C., Stock A., Brunner K., Witzel K.: Untersuchungen über die Änderung der intrakraniellen Strömungsgeschwindigkeit bei einer Würgetechnik im Judo (Shime-waza) mittels transkranieller Dopplersonographie. *Dtsch Z Sportmed* 47 (1996), 393-398
19. Rau R., Raschka C., Klotz J.M., Brunner K., Banzer W.: Spektralanalyse der EEG-Veränderungen nach einer Würgetechnik im Judo. *Dtsch Z Sportmed* 48 (1997), 223-230
20. Reay D.T., Mathers R.L.: Physiological effects resulting from use of neck holds. *FBI Law Enforcement Bulletin* 52(1983), 12-15
21. Suzuki K.: Medical studies on Choking in Judo, with special reference to Electroencephalographic investigation. *Bulletin of the Association for the Scientific Studies on Judo. Kodokan Report 1, Tokio 1958*, 23-47
22. Thomas L.: Labor und Diagnose. Medizinische Verlagsgesellschaft, Marburg 1988
23. Kuoppasalmi K., Adlerkreutz H.: Interaction between catabolic and anabolic steroid hormones in muscular exercise. In: *Exercise Endocrinology*, de Gruyter & Co, Berlin, New York 1985, 65-86

### Anschrift für die Verfasser:

**Dr. phil. Roland Mangold**  
**Klinik für Psychiatrie und**  
**Psychotherapie**  
**Dr.med. Dr.rer.nat. Dr.sportwiss.**  
**Christoph Raschka**  
**Medizinische Klinik,**  
**Städtisches Klinikum Fulda**  
**Pacelliallee 4**  
**36043 Fulda**

...und dann kommt der Augenblick, in dem eine schlecht verheilte Verletzung richtig teuer wird!



LaserPen® kostet weniger als Sie denken. Fax +49 (0) 6102/31340.