

(Aus dem Institute für gerichtliche Medizin der Universität Graz. — Vorstand:  
Prof. F. Reuter.)

## Beiträge zum Mechanismus des Erhängungstodes\*.

Von  
Priv.-Doz. Dr. Walther Schwarzacher.

Mit 5 Textabbildungen.

Es ist als gesicherte Tatsache zu betrachten, daß die beim Erhängen fast momentan eintretende Bewußtlosigkeit durch eine Kompression der Halsgefäße bewirkt wird.

Wie bekannt hat *v. Hofmann*<sup>4</sup> zuerst diese Ansicht klar und ohne Einschränkung ausgesprochen. In weiterer Folge haben die exakten experimentellen Untersuchungen von *Haberda* und *Reiner*<sup>2</sup> den Beweis erbracht, daß der beim Erhängen auf die Halsgefäße wirkende Druck den physiologischen und auch pathologisch gesteigerten Blutdruck in den Carotiden und Vertebralarterien beträchtlich übersteigt. Diese Autoren haben ihre Versuche derart angestellt, daß sie an frei suspendierten Leichen den Grenzwert des Druckes bestimmten, der aufgewendet werden mußte, um Flüssigkeit durch die komprimierten Halsgefäße hindurchzutreiben. Später berichtet *Brouardel*<sup>1</sup> in seiner bekannten Monographie über den Erhängungstod über eine Versuchsanordnung zur Bestimmung der am Stricke wirkenden Zugkraft, die ausreichen sollte, die Zirkulation in den Halsgefäßen zu unterbinden. Der Grundgedanke dieser Experimente ist gewiß richtig gewesen, doch hat es *Brouardel* verabsäumt, den im Gefäßsystem künstlich erzeugten Druck messend zu verfolgen; zumindest enthalten seine Ausführungen keine diesbezüglichen Angaben. *Brouardel* hat anscheinend gleich *Tamassia*<sup>10</sup> den experimentellen Fehler begangen, den künstlichen Gefäßdruck ohne Kontrolle mittelst einer Injektionsspritze zu erzeugen. Auf die Fehlerquellen einer derartigen mangelhaften Versuchstechnik haben schon *Haberda* und *Reiner*<sup>3</sup> aufmerksam gemacht.

Der weitere Weg einer experimentellen Untersuchung war nun gegeben. Stellen wir nochmals fest, daß die Unterbrechung der Zirkulation in den Halsgefäßen beim Erhängungstode vor allem von zwei Faktoren abhängig ist, erstens von dem herrschenden Gefäßbinnendruck und zweitens von dem von außen auf die Gefäße wirkenden Druck, der wiederum von der Zugkraft abhängt, die der Strang ausübt.

---

\* Vorgetragen auf der XVI. Tagung der deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin in Graz, September 1927.

Beide Größen, der Blutdruck in den Arterien, wie die Zugwirkung des Stranges sind veränderlich. Es liegt somit die Aufgabe vor, die Funktion zweier variabler Faktoren zu untersuchen. Zweckmäßig wird man — wie immer in solchen Fällen — zuerst die eine und dann die andere der veränderlichen Größen konstant halten und den Effekt studieren, den die Variation des jeweilig übrigen Faktors hervorbringt.

*Haberda* und *Reiner*<sup>2</sup> haben bei ihren Versuchen die Zugkraft des Stranges konstant gelassen und den künstlich erzeugten Blutdruck variiert: *Brouardel*<sup>1</sup> hat in der Weise experimentiert, daß er die Zugkraft des Stranges veränderlich gestaltete, dabei aber nicht dafür Sorge getragen, daß der artefizielle Blutdruck konstant geblieben wäre. Meine weiter unten angeführten Versuche stellen zunächst eine Wiederholung der *Bouardelschen* Experimente dar, nur habe ich die Vorsicht gebraucht, den künstlich erzeugten Gefäßbinnendruck auf gleicher Höhe zu halten.

Für die praktische Auswertung dieser Versuche war aber noch eine Vorarbeit zu leisten, deren Fragestellung darin gipfelte, wie groß etwa der Zug in dem zur Aufhängung dienendem Strange sein könne. Ausdrücklich betont sei, daß für die folgenden Überlegungen lediglich die statischen Verhältnisse des ruhig hängenden Körpers Berücksichtigung fanden; bezüglich der Zugkräfte am Strange, die etwa bei einem durch Krämpfe bewegten Körpers auftreten, darf ich auf die genauen Ausführungen *Krugs*<sup>6</sup> verweisen. Es sind wohl keine Worte zu verlieren, daß beim freien Hängen die Zugkraft des Stranges dem Körpergewichte gleichzusetzen ist; anders liegen die Dinge, wenn der Körper des Erhängten zum Teile auf einer Unterlage aufruht; eine Situation die überaus häufig zu beobachten ist. Daß bei einer solchen Lage des Erhängten nur ein Teil der Körperlast als strangulierende Kraft in Frage kommt, ist a priori einzusehen und von allen Autoren betont worden. Die zu lösende Aufgabe besteht nun darin, den Anteil des Körpergewichtes zu bestimmen, der einerseits als Zug am Strang, andererseits als Druck auf die Unterlage zur Wirkung kommt. Auf welche Weise versuchsmäßig dieses Ziel zu erreichen ist, wird später beschrieben werden; vorerst soll aber gezeigt werden, wie auf rechnerischem Wege wenigstens in einem Teile der Fälle, die auf den Strang wirkende Zuglast zu ermitteln ist.

Zunächst ergibt sich die Tatsache, daß bei allen denjenigen Erhängungsstellungen, bei welchen der starr zu denkende Körper auch nach Aufhören des Zuges am Strange im stabilen Gleichgewichte bleiben würde, das Problem der Lastverteilung auf elementarem Wege nicht zu klären ist, da die in Frage kommenden, gerichteten Kräfte in eine Linie fallen und die Auflösungen der Gleichungen unbestimmte Werte ergeben.



Stranges von der Lotrechten. Wie in der Fußnote\* näher ausgeführt ist, entspricht die in der Richtung des Stranges wirkende Kraft ( $s$ ) folgendem Ausdrucke:

$$s = G \frac{a}{b} \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos(\alpha + \beta)},$$

worin  $G$  das Körpergewicht bedeutet; ist der Winkel  $\beta$  sehr klein, so kann sein Einfluß vernachlässigt werden und die oben angeführte Formel vereinfacht sich weitgehend und lautet für diesen Fall:

$$s = G \frac{a}{b}.$$

Ergänzend wäre noch beizufügen, daß der zunächst als „Auflagepunkt“ bezeichnete Punkt, korrekt ausgedrückt, dem Spurpunkte der Achse entspricht, um welche sich der seiner Aufhängung beraubte Körper beim Umkippen drehen würde. Dieser Umstand sei deshalb erwähnt, da man bei einem Erhängen in kniender Lage in Zweifel sein könnte, wo man den „Auflagepunkt“ zu suchen habe; die folgenden Abbildungen werden dieses Verhalten noch erläutern.

Aus den Darlegungen erhellt, daß man mit den obenerwähnten Einschränkungen, bei vielen Erhängungsstellungen den auf das Strangwerkzeug entfallenden Teil der Körperlast eindeutig berechnen kann, da die nötigen Bestimmungsstücke einer direkten Messung zugänglich sind. Ja es ist sogar möglich, an guten Profilabbildungen von Erhängten, wenigstens annähernd die Lastverteilung zu ermitteln.

Ich habe nun den Versuch gemacht an 3 — man möchte fast sagen — klassisch gewordenen Abbildungen, die hier nochmals mit den eingezeichneten Konstruktionslinien abgedruckt seien (Abb. 2—5), die auf den Strang entfallende Last zu bestimmen; die nötigen Verhältniszahlen können auch an den Zeichnungen durch direktes Messen gewonnen werden, und die Schwerpunktslage kann man annähernd richtig

$$\begin{aligned} * \quad G &= G_1 + G_2, \quad G_2 = G \frac{a}{b}, \quad G_1 = G \frac{(b-a)}{b}, \\ s &= \frac{G_2 \cdot \sin(90 + \alpha)}{\sin[90 - (\alpha + \beta)]} = G \frac{a}{b} \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos(\alpha + \beta)}, \\ d &= \frac{G_2 \cdot \sin[90 - (\alpha + \beta) + (90 + \alpha)]}{\sin[90 - (\alpha + \beta)]} = G \frac{a}{b} \cdot \frac{\sin \beta}{\cos(\alpha + \beta)}, \\ s_0 &= s \cdot \cos \beta = G \frac{a}{b} \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\cos(\alpha + \beta)}, \end{aligned}$$

Drehmomentgleichung als Probe:

$$b \cdot s' = a \cdot G',$$

worin  $G' = G \cdot \cos \alpha$ ,  $s' = s \cdot \cos(\alpha + \beta) = G_2 \cdot \cos \alpha$ ,

$$b \cdot G \frac{a}{b} \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \cos(\alpha + \beta)}{\cos(\alpha + \beta)} = a \cdot G \cdot \cos \alpha.$$

auf einfache Art an der ausgeschnittenen Papierfigur ermitteln; lediglich das Körpergewicht mußte willkürlich geschätzt werden. Die durchgeführte Rechnung ergibt die Werte, die jeder Abbildung beigelegt sind.

Außer durch Rechnung läßt sich bei allen Fällen experimentell die am Strangwerkzeuge angreifende Zugkraft dadurch in einfacher Weise feststellen, daß man in den Verlauf des Stranges ein diesen Zug messendes Instrument anbringt.

Man könnte zum Beispiel zu diesem Zwecke irgendeine Federwaage benutzen; handelt es sich darum, die Vertikalkomponente der Kraft, die

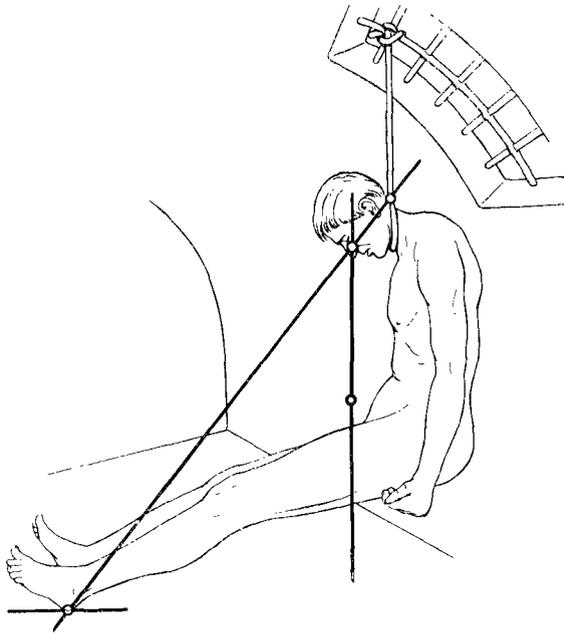


Abb. 2. (Tardieu, S. 112, Hofmann-Haberda, Fig. 257.)  $g = 80$  kg;  $S = 70,5$  kg (88%).

am Strange wirkt, zu messen, so kann auch sehr gut eine ungleichmäßige Hebelwaage, eine sog. Schnellwaage Anwendung finden. Zu meinen Versuchen diente eine derartige geaichte Waage. Eine völlig frische, noch nicht totenstarre Leiche wurde mittels einer symmetrisch, typisch angelegten offenen Schlinge an den Lasthacken dieser Waage aufgehängt, außerdem ruhte diese Leiche in den verschiedensten Stellungen auf der Brücke einer Dezimalwaage auf. Beide Wagen wurden nun zum Einspielen gebracht und der Druck auf die Unterlage ( $u$ ) sowie der Zug am Strang ( $s$ ) notiert; die Summe beider Kräfte mußte dem Körpergewicht gleich sein, sofern nur der Strang senkrecht hing. In der nachfolgenden Tabelle sind eine Reihe dieser Versuchsergebnisse zusammengestellt.

## 43 jähriger Mann plötzlicher Herztod.

Körpergewicht $G = 63,75$ kg	$s$	$u$	$u + s$	$s$ als % d. G.	Anmerkung
Senkrecht hängend mit den Zehenballen aufruhend . .	49,00	14,50	63,50	77 %	Ein Teil der Körperlast (Horizontalkomponente) bleibt wirkungslos.
Senkrecht hängend, Knie- und Hüftgelenke leicht gebeugt auf den Fußsohlen aufruhend	46,60	17,10	63,70	73 %	
Kniee und Hüften stark gebeugt, auf den Zehenspitzen aufruhend . . . . .	53,90	9,90	63,80	85 %	
Kniend, die Hände berühren gerade die Unterlage . . .	12,25	51,50	63,75	19 %	
Sitzend, Gesäß aufruhend, Strick ca. $30^\circ$ geneigt . .	24,50	37,00	51,50	38 %	
Stehend mit gespreizten Beinen	54,00	19,70	63,70	85 %	
Liegend, Arme am Rücken.					
Oberkörper wenig gehoben	25,10	38,65	63,75	40 %	

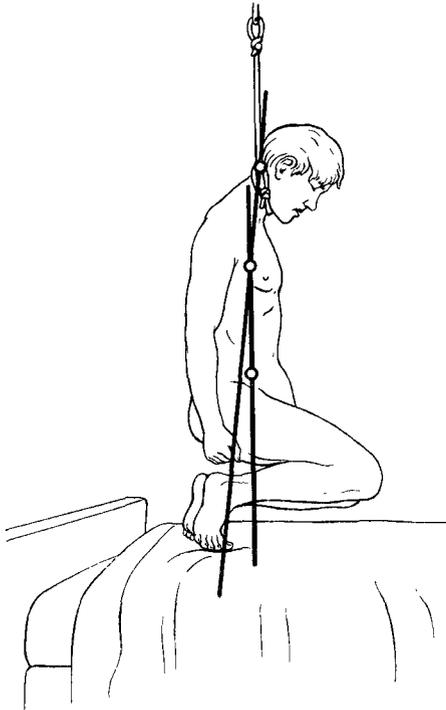


Abb. 3. (Tardieu, S. 143, Hofmann-Haberda, Fig. 256.)  
 $g = 60$  kg;  $s = 44,5$  kg (74,5%).

Rechnung und Versuche zeigen, daß die Lastverteilung zwischen Zug am Strang und Druck auf die Unterlage bei den verschiedenen Stellungen in recht weiten Grenzen schwankt. Die niedrigsten Werte für die Zuglast an der Aufhängevorrichtung ergaben sich bei den knienden und liegenden Stellungen des suspendierten Körpers, aber auch in diesen Fällen liegen die Werte in der Größenordnung von 10—20 kg.

Der zweite Teil meiner Versuche sollte in Ergänzung der *Brouardelschen* Experimente, darüber Anhaltspunkte ergeben, wie groß der Zug am Strangwerkzeuge sein müsse, um die Zirkulation in den Halsgefäßen bei Bestehen eines physiologischen bzw. pathologisch gesteigerten

Blutdruckes abzdrosseln. Die Versuchsanordnung war folgender Art getroffen:

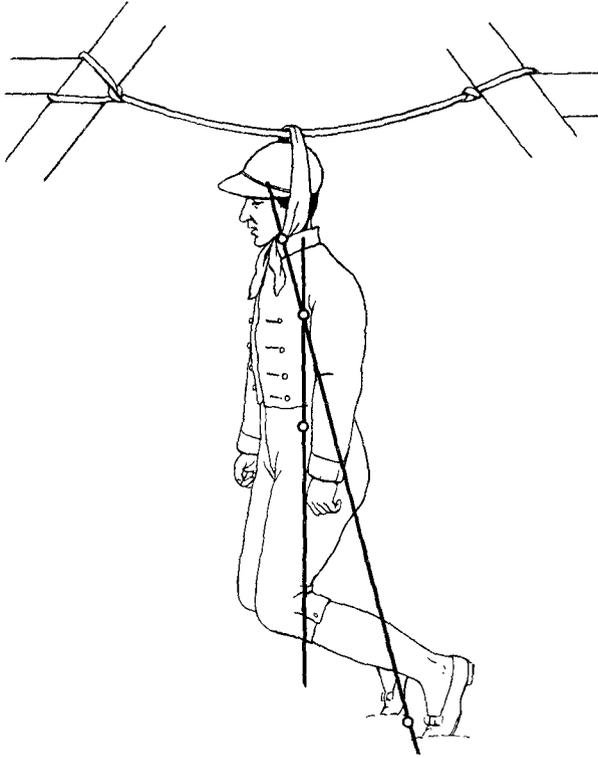


Abb. 4. (Tardieu, S. 139, Hofmann-Haberda, Fig. 255.)  $g = 50$  kg;  $S = 42$  kg (84,5%).

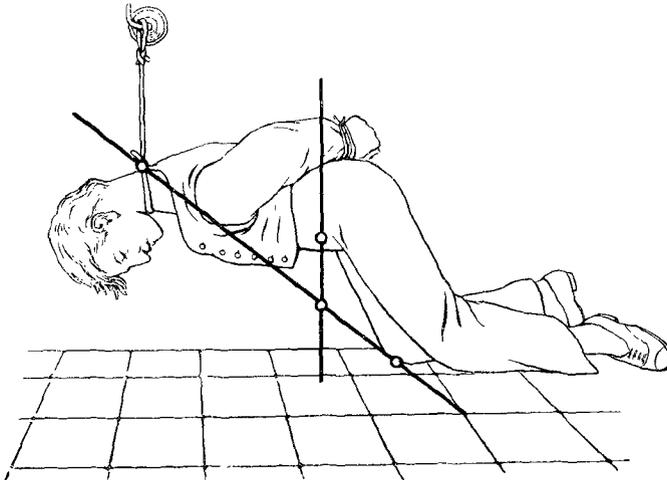


Abb. 5. (Tardieu, S. 48, Hofmann-Haberda, Fig. 260.)  $g = 65$  kg;  $S = 19$  kg (30%).

Zunächst wurde an der Leiche die Aorta oberhalb der Klappen durchtrennt und der zentrale Stumpf dicht abgebunden und in den peripheren Aortenteil eine Kanüle eingefügt, die mittels eines Gummischlauches mit einem entsprechend hoch angebrachten Standgefäß verbunden war; als Druckflüssigkeit wurde gefärbtes Wasser verwendet. Nach diesen Vorbereitungen wurde die Leiche, an der die Mündungen des Carotiden und Vertebralarterien durch die Entfernung des Gehirnes freigelegt waren, gestützt und um den Hals eine Schlinge einer 8 mm starken Rebschnur gelegt; bei den Versuchen wurde die Lage der Schlinge und des Knotens mehrfach geändert. Der Strang war über eine Rolle geleitet und mit einer Wagschale armiert; ein entsprechend dosierter Zug konnte nach sorgfältigem Aus тариieren des Leergewichtes durch Auflegen von Gewichten auf diese Wagschale ausgeübt werden. Der künstlich erzeugte Gefäßbinnendruck war durch die Höhe der Flüssigkeitssäule über der Kompressionsstelle eindeutig bestimmt. Bei den mehrfach wiederholten Versuchen wurde die minimalste Zugkraft ermittelt, die ausreichte, die Durchgängigkeit der Carotiden bzw. Vertebralarterien für einen bestimmten konstant gehaltenem Druck aufzuheben.

Zunächst zeigte sich, daß die Lage des Strangwerkzeuges insofern von Einfluß war, als bei der typischen, symmetrischen Stranglage, mit dem geringsten Zuge eine Sperrung der Halsgefäße zu erzielen war. Wenn der Strang in der Weise angelegt war, daß er zwischen Zungenbein und oberem Kehlkopfrand liegend, beiderseits symmetrisch hinter den Ohren gegen den Nacken zu ansteigend verlief, so war bei einem wirksamen Gefäßbinnendruck von 230 cm Wasser = 170 mm Hg eine Zugkraft von 3,5 kg notwendig, um die Carotiden zum Verschlusse zu bringen und 16,6 kg waren als Zugkraft erforderlich, um den Durchfluß durch die Aa. vertebrales zu sperren.

Diese Werte, die bei einer den tatsächlichen Verhältnisse möglichst angepaßten Versuchsanordnung gefunden wurden, werden ja gewiß im Einzelfalle, ja nach der Art des Strangwerkzeuges (*Lochte*?) und der Rigidität der arteriellen Gefäße noch manigfachen Schwankungen unterworfen sein können. Trotzdem möchte ich die Ansicht vertreten, daß die von *Brouardel* angegebenen Zahlen — für die Abdrosselung der Carotiden gibt dieser Autor 5 kg und für den völligen Verschlusse der Aa. vertebrales 30 kg Zugkraft am Strange an — zu hoch gegriffen sind; diese Unstimmigkeit erklärt sich wohl zwangslos aus dem Umstande, daß *Brouardel* den Gefäßbinnendruck nicht messend verfolgte und bei Anwendung einer Spritze unbemerkt wesentlich höhere Flüssigkeitsdrucke erhalten haben konnte.

Zusammenfassend geht aus meinen Untersuchungen hervor, daß beim Erhängen eine relativ recht geringe Zugkraft am Strangwerkzeuge genügt, um die Zirkulation in den Halsgefäßen zu unterbrechen und daß bei jeder Stellung des Erhängten die Lastverteilung auf Strang und Unterlage eine derartige ist, daß wohl auf jeden Fall die als Zugkraft am Strange angreifende Komponente der Körperlast dazu ausreicht, einen Verschlusse der Carotiden und eine Drosselung der Aa. vertebrales zu bewirken. Daß eine derartige Störung der Blutversorgung des Gehirnes mit dem

Eintritt einer momentanen Bewußtlosigkeit verbunden ist, ist eine allseits bestätigte Erfahrung. Diese Tatsache, sowie das Ergebnis der vorstehend geschilderten Versuche erhärten die Richtigkeit des Satzes, daß eine Selbstbefreiung aus der Schlinge, die bei einem Erhängten in unterstützter Lage durch eine *willkürliche* Muskelbewegung oft leicht zu erreichen wäre, eben durch die momentane einsetzende Bewußtlosigkeit unmöglich gemacht wird. Die ausgeführten Untersuchungen entsprechen endlich der neuerdings von *Reuter*<sup>9</sup> ausgesprochenen Forderung, daß bei der Abgrenzung der Begriffe des „typischen“ und „atypischen Erhängens“ nicht allein die Lage des Strangwerkzeuges, sondern auch die Körperhaltung des Erhängten von bestimmenden Einfluß sind, da ja der zu erhebende anatomische Befund, bei dieser so getroffenen Einteilung der Erhängungsfälle gerade von dem vollständigen, momentanen, oder mehr minder unvollständigen, verzögerten Abschlusse der Halsgefäße abhängig ist.

---

#### Literaturverzeichnis.

- <sup>1</sup> *Brouardel*, La pendaison etc. Paris 1897. — <sup>2</sup> *Haberda* und *Reiner*, Vierteljahrsschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 3. F. 8. Suppl.-H. — <sup>3</sup> *Haberda* und *Reiner*, Vierteljahrsschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 3. F., 13, 155. — <sup>4</sup> *Hofmann*, Mitt. d. Ver. d. Ärzte von Niederösterreich 2, Nr. 8. 1876. — <sup>5</sup> *Hofmann-Haberda*, Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. 11. Aufl. 1927. — <sup>6</sup> *Krug*, Vierteljahrsschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 3. F. 11, 95. — <sup>7</sup> *Lochte*, Vierteljahrsschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 3. F., 19, 257. — <sup>8</sup> *Marc*, Ann. d'hyg. publ. et méd. legal. 5. 1830. — <sup>9</sup> *Reuter*, Beitr. z. gerichtl. Med. 5, 137. — <sup>10</sup> *Tamassia*, Giorn. di med. legale 2, 258. — <sup>11</sup> *Tardieu*, La pendaison etc. Paris 1897.
-