

W. SPANN und H. M. ENGLERT (München): Experimentelle Untersuchungen der Zerreißfestigkeit der Nabelschnur.

Die Versuche wurden angeregt durch die Einlassung einer Kindsmutter, die im Strafverfahren angab, daß sie in Hockstellung geboren habe und daß die Nabelschnur dann durch das Aufstehen gerissen sei. Obwohl der Frage der Zerreißfestigkeit der Nabelschnur bei der praktischen Begutachtung nicht selten eine wesentliche Bedeutung zukommt, sind die Literaturangaben nicht sehr häufig und vor allem die Zahl der jeweils durchgeführten Einzelversuche gering (CUILLE, FORSELL, LAMARE, HOFMANN, PFANNKUCH, POMENICH, SCHATZ, STOWE). Hinsichtlich der Versuchsanordnung ist zwischen statischen und dynamischen Versuchen zu unterscheiden. Während bei statischen Versuchen das angehängte Gewicht solange erhöht wird, bis es zur Zerreißung kommt, kommen bei den dynamischen Experimenten aus unterschiedlicher Höhe fallende Gewichte zur Anwendung.

Bei allen bisher durchgeführten Experimenten wurde die zu prüfende Nabelschnur jeweils mehrfach einer steigenden Belastung ausgesetzt, bis es schließlich zur Zerreißung kam. Solche Untersuchungsmethoden halten der Kritik des technischen Materialprfers schon allein wegen der mehrfachen Belastung der einzelnen Nabelschnre nicht stand. Ergebnisse, die durch das mehrfache Belasten einer Nabelschnur gewonnen wurden, sind nicht geeignet die Frage der Belastungsgrenze im Einzelfall exakt zu beantworten.

Untersuchungsgut:

Zur Untersuchung gelangten insgesamt etwa 200 Nabelschnre, von denen etwa $\frac{1}{3}$ zu Vorstudien und vorbereitenden Experimenten verbraucht wurde. Die Nabelschnre stammten zum groten Teil aus den beiden Universittsfrauenkliniken¹.

In die endgültige Untersuchungsreihe kamen 116 Nabelschnre, von denen jede jeweils nur einer einzigen statischen Belastung ausgesetzt wurde.

Methodik:

Die Experimente beschränken sich auf die Durchführung statischer Versuche. Zur Untersuchung wurde ein Instron-Gerät mit Integrator verwandt, das uns in dankenswerter Weise vom Versuchslaboratorium der Gummiwerke Metzeler zur Verfügung gestellt wurde.

Zu unserer Verfügung standen ein Instron-Tischmodell mit der Bezeichnung TM-M und dazu ein Instron-Integrator von der Firma Instron Engineering Corporation, Canton, Massachusetts, USA. Beide Geräte sind speziell für Zerreißungen konstruiert. Das Zerreigert enthält oben im Querhaupt den elektrischen Kraftmekopf, an den eine Klemme angesetzt ist. Darunter bewegt sich auf einer Traverse eine zweite Klemme auf und ab. Sie wird von einem Synchronmotor getrieben. Daher ist die Geschwindigkeit der bewegten Klemme der Geschwindigkeit des Registrierpapiers gleich. Wirkt nun auf die obere Klemme ein Zug, so bewegt sich die Schreibfeder proportional der Groe der Zugkraft horizontal über das Papier.

¹ Den Direktoren der beiden Kliniken, Herrn Prof. Dr. BICKENBACH und Herrn Prof. Dr. FIKENTSCHER sei an dieser Stelle besonders gedankt.

Da das Papier sich gleichzeitig vertikal bewegt und damit den zurückgelegten Weg angibt, erhält man eine Kurve als Kraft \times Weg-Diagramm, wobei die Fläche unter der Kurve gleich der Arbeit des Zerreißens entspricht.

Dabei spielt sich vereinfacht bis zur Aufzeichnung folgendes ab: In dem Kraftmekopf finden sich vier Dehnungsmeßstreifen auf einem Eisenstab befestigt in Brückenschaltung, gespeist mit einer Trägerfrequenz von 375 Hertz. Der Eisenstab ist so gewählt, daß er im Bereich der auftretenden Zugkräfte eine vollkommen reversible Dehnung erfährt und ebenso die Dehnungsmeßstreifen, die bei einem Zug eine Änderung ihres Widerstandes erleiden. Folgerichtig entsteht eine elektrische Spannungsänderung im Stromkreis. Diese Spannungsänderung wird verstärkt und mit einer gegebenen Spannung verglichen, die aus einer leistungsstärkeren Quelle stammt und die Schreibapparatur antreiben kann.

Weiterhin ist ein Integrator angeschlossen, der die Fläche unter der Kurve = Weg \times Kraft in Einheiten angibt. Die Einheiten können dann leicht in die gewünschten Maße mkp umgerechnet werden.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 zeigt einen Vergleich der Ergebnisse bisheriger Untersuchungen mit den von uns ermittelten Werten bei den statischen Untersuchungen und einen Teil der in der Literatur niedergelegten Ergebnisse dynamischer Versuche. In Tabelle 2 sind die eigenen Untersuchungsergebnisse dargestellt. Die zur Zerreißung erforderliche Maximalkraft betrug im Durchschnitt 5,7 kp und liegt somit beträchtlich über dem durchschnittlichen Geburtsgewicht. Beachtlich ist die große Schwankungsbreite zwischen 1,8 und 11,4 kp (Abb. 1). Somit kann bei der praktischen Begutachtung ohne eine spezielle Untersuchung der Nabelschnur

Tabelle 1. *Ergebnisse statischer und dynamischer Versuche*
Ergebnisse statischer Versuche

| | Autor | durchschnittliche Belastung | Schwankung |
|---|-------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | PFANNKUCH | 4,9 kg | 1,5—8,7 |
| 2 | FORSELL | 3,0 kg | 2,5—5,2 |
| 3 | SCHATZ | 4,1 kg | 2,2—8,0 |
| 4 | STOWE | 4,0 kg | — |
| 5 | POMENICH | 5,0 kg | — |
| 6 | Eigene Ergebnisse | 5,7 kg | 1,8—11,4 |

Ergebnisse dynamischer Versuche

| | Autor | größte Belastung | Freier Fall |
|----|-----------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | PFANNKUCH | 500—1000 gr | 50 cm |
| 2a | STOWE | 710 gr | Länge der Nabelschnur |
| 2b | STOWE | 890 gr | Halbe Länge |
| 3 | LAMARE | 1000—2000 gr | — |
| 4 | HOFMANN | selten mehr als 1000 gr | — |
| 5 | CUILLE | 500—1100 gr | — |
| 6 | POMENICH | 1000 gr | 10 cm |

des zu beurteilenden Falles eine Zerreißung mit einer Zugkraft, die weit geringer ist als das normale Geburtsgewicht nicht ausgeschlossen werden. Der zur Zerreißung erforderliche Aufwand wurde mit Werten zwischen 0,03 und 0,5 mkp (Meterkilopond) ermittelt. Auch hier eine sehr große Schwankungsbreite. Aufgrund dieser Ergebnisse kann ohne eine spezielle Untersuchung der zu beurteilenden Nabelschnur die Einlassung, daß nach der Geburt in Hockstellung beim Aufstehen die Nabelschnur gerissen sei, nicht widerlegt werden, es sei denn die Nabelschnur war so lang, daß sie gar nicht angespannt werden konnte. Die Länge der Nabelschnur ist auch deshalb noch von Bedeutung, weil mit zunehmender Länge zum Zerreißen ein groerer Arbeitsaufwand erforderlich wird (Abb. 2).

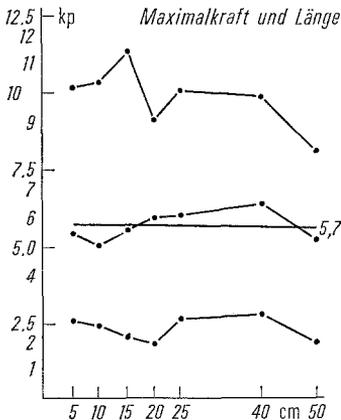


Abb. 1. Maximalkraft und Länge: Durchschnittswerte — höchste und niedrigste Werte

Unter Bruchdehnung versteht man die Ausdehnung eines Körpers bis zu seiner endgültigen Trennung in zwei Teile. Die Nabelschnre rissen in den Geschwindigkeitsbereichen von 10—100 cm/min grotenteils nicht plötzlich vollständig durch. Zuerst riß außen die Amnionscheide ein, während die Gefäße sich am meisten ausdehnten und am längsten standhielten.

An diesen Beobachtungen erklären sich auch die in Abb. 3 dargestellten Ergebnisse. Die prozentuale Bruchdehnung wird im Durchschnitt mit zunehmender Nabelschnurlnge, ebenso wie die Schwankungs-

Tabelle 2. Die Ergebnisse der statischen Belastungsversuche in 116 Fllen aufgliedert nach den zehn verschiedenen Untersuchungsgngen

| | |
|-------------------------------------|---|
| 1 Zugkraft | 1,8—11,4 kp — Durchschnitt 5,7 kp |
| 2 Arbeit | 0,03—0,5 mkp |
| 3 Länge der Nabelschnur | Mit zunehmender Länge: 1. Arbeitsaufwand steigt. 2. Bruchdehnung wird % kleiner |
| 4 Bruchfolge | Zuerst Whartonsche Sulze zuletzt Gefäße |
| 5 Bruchstelle | 114 (98,3%) gezackt 2 (1,7%) glattrandig |
| 6 Länge der Tragzeit nach 31. Woche | Kein Einfluß nachweisbar |
| 7 Umfang der Nabelschnur | Kein Einfluß nachweisbar |
| 8 Gewicht des Kindes | Kein Einfluß nachweisbar |
| 9 Zahl der Windungen | Kein Einfluß nachweisbar |
| 10 Liegezeit bis 15 Tage | Kein Einfluß nachweisbar |

breite bei längeren Schnüren kleiner. Die absoluten Werte sind natürlich bei 20% einer 50 cm langen Schnur größer als bei 100% einer 5 cm langen Schnur. Zuerst reißt die Amnionscheide, dann dehnen sich die Gefäße noch eine Zeit, bis auch sie erschöpft sind. Es scheint so zu sein, daß eine Dehnung der Gefäße nur dort stattfindet, wo das umgebende Gewebe bereits eingerissen ist, da sie in den übrigen Bezirken mit ihrer Umgebung festverhaftet sind. So läßt sich die Abhängigkeit der Bruchdehnung von der Nabelschnurlnge erklären.

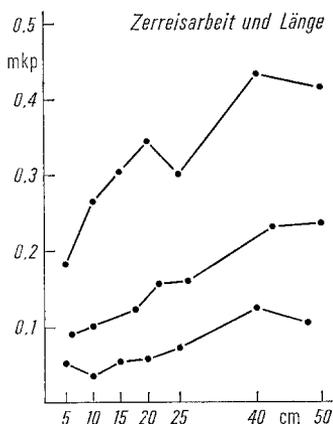


Abb. 2

Abb. 2. Zerreibarkeit und Länge: Durchschnittswerte — höchste und niedrigste Werte

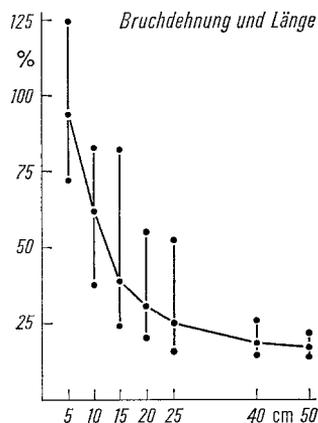


Abb. 3

Abb. 3. Bruchdehnung und Länge mit Schwankungsbreite der Werte

Bemerkenswert ist die Beobachtung, daß in zwei Fllen (1,7%) bei der Zerreißung die Durchtrennungsstelle glattrandig erschien und von einer Schnittdurchtrennung makroskopisch nicht zu unterscheiden war.

Die in den Untersuchungsgngen 6 mit 10 (Tabelle 2) angestellten Prüfungen haben keine Abhängigkeit der Reißfestigkeit von a) der Länge der Tragzeit nach der 31. Woche, b) vom Umfang der Nabelschnur, c) vom Gewicht des Kindes, d) der Zahl der Windungen, e) der Liegezeit bis 15 Tage, ergeben.

Zusammenfassung

Mit Hilfe eines modernen Gerätes wurde bei 116 Nabelschnren die Reißfestigkeit ermittelt. Die Maximalkraft betrug im Durchschnitt 5,7 Kilopond, bei einem großen Schwankungsbereich zwischen 1,8 und 11,4 kp. Der erforderliche Arbeitsaufwand lag zwischen 0,03 und 0,5 Meterkilopond. In zwei Fllen waren die Rißstellen makroskopisch von einer Schnittdurchtrennung nicht zu unterscheiden.

Summary

A series of 116 cords were tested for resistance against laceration by means of a modern tool. The mean maximal power was 5,7 kp with a variation between 1,8 and 11,4 kp. The energy necessary was between 0,03 and 0,5 mkp. In two cases the lacerations were not be differable macroscopically from wounds by cutting.

Literatur

- CUILLE: Zit. nach FROMMEL.
 DÖDERLEIN, A.: Handbuch der Geburtshilfe. München 1929.
 FORSELL: Zit. nach KOLLER.
 FROMMEL, R.: Jahresbericht über die gesamte Gynäkologie. Erlangen 1928.
 KOLLER, TH., E. HELD u. W. NEUWEILER: Lehrbuch der Geburtshilfe. Basel 1953.
 LAMARE: Zit. nach KOLLER.
 MARTIUS, H., u. W. BICKENBACH: Lehrbuch der Geburtshilfe. Stuttgart 1956, 1962.
 MUELLER, B.: Gerichtliche Medizin. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953.
 PFANNKUCH: Zit. nach MARTIUS.
 POMENICH: Inaug.-Diss. Bonn 1948.
 SCHATZ: Zit. nach DÖDERLEIN.
 STOWE: Zit. nach FROMMEL.

Prof. Dr. W. SPANN, Dr. H.M. ENGLERT
 Institut für gerichtliche und Versicherungsmedizin
 8 München 15, Frauenlobstraße 7
 Prof. Dr. W. SPANN jetzt 78 Freiburg i. Br.
 Gerichtsmedizinisches Institut

KYRILL BOSCH (Heidelberg): Kritische Betrachtungen zur ärztlichen Leichenschau.

Zwei Vorkommnisse auf dem Gebiet des Leichenschauwesens innerhalb des letzten Jahres in Baden-Württemberg gaben Anlaß, sich mit den entsprechenden Verordnungen näher zu befassen:

In einer Industriestadt am Neckar wurde am 26. 9. 64 gegen 20⁰⁰ Uhr der Hausarzt zu einem Todesfall gerufen; er stellte bei seinem lange bekannten 76jährigen Patienten als Todesursache „akuter Herztod infolge Herzinfarktes“ fest. Frühere pectanginöse Anfälle waren ihm bekannt. 3¹/₂ Std später verstarb in seinem Beisein die 71jährige Ehefrau; er hatte sie in bewußtlosem Zustande angetroffen. Als Todesursache trug er diesmal in den Leichenschein ein: Apoplektischer Insult. Er wußte von einer Hypertonie. Dem Laien-Leichenschauer war am nächsten Tag nichts aufgefallen. Von der eilends — zum Teil aus USA — gerufenen Verwandtschaft verstarben am 30.9.64 zwischen 18²⁰ Uhr und 20⁰⁰ Uhr in der Wohnung des verstorbenen Ehepaares drei weitere erwachsene Personen. Jetzt wurde man auf besondere Umstände aufmerksam. Die Obduktion der fünf Personen ergab als Todesursache jedesmal eine Kohlenmonoxydvergiftung durch Sickergas, die CO-Hb-Werte lagen zwischen