

(Aus dem Gerichtlich-medizin. Institut der königl. ung. Universität in Debrecen.
Vorstand: Prof. Dr. *L. Jankovich.*)

Gerichtlich-medizinische Bedeutung des elastischen Fasersystems der Haut.

Von

Dr. Sándor Ökrös,
Priv.-Doz. Adjunkt.

Mit 6 Textabbildungen.

Bei der Untersuchung der elastischen Hautfasern begegnet man oft Erscheinungen, die eine gerichtlich-medizinische Bedeutung haben. Teilweise habe ich sie schon früher mitgeteilt; jetzt möchte ich sie durch neue Tatsachen ergänzt, in drei Kapiteln ausführlich behandeln. Und zwar erstrecken sich meine Untersuchungen:

1. auf das Verhalten des elastischen Fasersystems bei Wunden am lebenden und toten Körper;
2. auf den Nachweis einer Erschlaffungszone bei Hautwunden an Toten;
3. auf die annähernde Bestimmung des Zeitpunktes des Todes aus dem Zustande des elastischen Hautfasersystems.

I. Teil.

Äußeren Einwirkungen, so auch mechanischen, ist die Haut ihrer oberflächlichen Lage wegen am meisten ausgesetzt. Es gibt eben kaum Körperverletzungen, bei denen die Haut nicht mitverletzt würde. Mithin gehört die Haut zu den am häufigsten verletzten, zugleich am häufigsten untersuchten Organen. Ein alter Wunsch der Gerichtsärzte richtet sich darauf, aus einer fraglichen Hautverletzung ihre prä- oder postmortale Entstehungsweise bestimmen zu können. Die morphologischen Eigenschaften der Hautwunden sind wohlbekannt und geben in dieser Beziehung nützliche Hinweise, lassen aber bei der Entscheidung der wichtigsten Frage im Stiche, nämlich bei der Differenzierung der unmittelbar vor und nach dem Tode entstandenen Wunden. Diese Fragestellung entstammt der neuesten Forschungsrichtung, die in den Merkmalen der vitalen Reaktion eine Lösungsmöglichkeit erblickt. Außer fremden Verff. (*Maximow, Walcher* u. a.) war auf diesem Gebiete ein ungarischer Forscher (*Orsós*) am erfolgreichsten tätig, indem er auch die Methodik der Darstellung vitaler Reaktionen ausgearbeitet hat. Er machte darauf aufmerksam, daß größte Sorgfalt bei der Behandlung der Gewebe notwendig ist, weil nicht nur das Excisionstrauma, sondern auch die Fixierflüssigkeiten Täu-

schungen bedingende Zellveränderungen hervorrufen. Nach seiner Einteilung unterscheiden wir vitale und postvitale Verletzungen und im Rahmen dieser wieder vitale, agonale, intramortale, ferner während des intermediären Lebens, der Zeit des Zelltodes und während der Fäulnis entstandene Verletzungen. Seine Untersuchungen erstreckten sich sowohl auf die makroskopischen, wie auch auf die mikroskopischen Erscheinungen. Am menschlichen und tierischen Material hat er fast in allen Gewebsarten zahlreiche vitale Merkmale festgestellt und besonders im Muskelgewebe solche entdeckt, welche zur Differenzierung von vitalen und postvitalen Verletzungen geeignet sind. Er fand, daß sich die vitalen und postvitalen Veränderungen qualitativ und quantitativ voneinander unterscheiden, was meiner Ansicht nach in vollem Einklang mit dem Zustand des lebenden und eben gestorbenen Organismus steht. Warum sollten größere Unterschiede zwischen Verletzungen von Lebenden und Toten, als zwischen lebenden und eben gestorbenen Individuen bestehen? Es sei aber bemerkt, daß der Übergang vom Leben zum Tode kein kontinuierlicher ist, sondern es gibt zwischen ihnen eine unbegreifliche Zäsur, nämlich den Tod selbst, welche die Reagibilität des Organismus Verletzungen gegenüber wesentlich verändert, erkenntlich daran, daß der lebendige Körper mit viel größerer Lebhaftigkeit reagiert. Dieser Intensitätsdifferenz ist es zu verdanken, daß man zwischen prä- und postmortalen Verletzungen einen Unterschied feststellen kann. Obwohl in dieser Beziehung verwertbare Veränderungen bisher nur seitens des Muskelgewebes gefunden werden konnten, bedeutet das dennoch einen gewaltigen Fortschritt früheren Verhältnissen gegenüber. Der Wunsch älterer Forscher konnte also durch objektive Befunde realisiert werden, wenn auch die Deutung der Ergebnisse nicht ohne weiteres leicht fällt, da nur der dazu befähigt ist, der auch in bezug auf vitale Reaktionen große histologische Erfahrung besitzt.

Hinsichtlich der Haut ergaben die bisherigen Untersuchungen auf vitale Reaktion keine so handgreiflichen Ergebnisse, auf Grund welcher man zwischen prä- und postmortalen Verletzungen sichere Entscheidung zu treffen immer imstande wäre. *Orsós* bemerkt selbst, daß durch Austrocknungen bei den postmortalen Verletzungen im Bindegewebe solche Veränderungen seiner Färbbarkeit — Metachromasie — entstehen, so daß sich Bilder ergeben, als ob die Verletzung noch im Leben entstanden wäre. Es gibt dagegen Fälle, wo das Bindegewebe bei noch im Leben entstandenen Verletzungen keine Metachromasie zeigt, sich wie gewöhnlich blau färbt. Bei der *Weigertschen* Elastinfärbung verändert sich die Reaktion der elastischen Fasern: Die in dem Hämatom eingebetteten elastischen Fasern färben sich tiefschwarz (*Kernbuch*). Die von *Orsós* angewandten Färbmethoden erwiesen sich nämlich

für das Studium der vitalen Reaktionen in bezug auf das Bindegewebe als unzulänglich; allerdings haben sich seine Untersuchungen und Beobachtungen nur auf das kollagene Bindegewebe erstreckt. Man hat also die unbedingt auch in der Haut entstehenden vitalen und postvitalen Verletzungsmerkmale auf einem anderen Wege zu ermitteln versuchen müssen.

Die Lösungsmöglichkeit dachte ich im elastischen Fasersystem der Haut finden zu können. Nach meiner Annahme ist das elastische Fasersystem eher verletzbar als das argyrophile und kollagene Bindegewebe, auch eher zerbrechlich, wodurch es bei Verletzungen solche morphologische Veränderungen erfährt, auf Grund welcher man zwischen prä- und postmortalen Läsionen zu unterscheiden imstande wäre. Anfangs tauchten gewisse Schwierigkeiten auf. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß das elastische Fasersystem der Haut sehr wenig bekannt ist und eigentlich keine Methoden zur Verfügung stehen, mit deren Hilfe man es zweckmäßig studieren könnte. Daher habe ich 2 Methoden ausgearbeitet, von denen die eine die folgende ist:

Die übliche Methode nämlich: gewöhnliche Fixierung und Herstellung von Querschnitten ist hinsichtlich der vitalen Reaktion ganz unbrauchbar. Man muß die Haut folgendermaßen vorbereiten: man entnimmt ein so großes Hautstück möglichst samt Fettgewebe, daß sich um die Verletzung herum noch ein 2—3 fingerbreiter Saum befindet. Die herausgeschnittene Haut wird flach über ein Brett ausgespannt und 2—3 Tage hindurch in 4% Formalin fixiert bzw. 5—10 Tage lang in absolutem Alkohol gehärtet. Die Hauptsache ist, damit die Haut ausgespannt fixiert wird, um während der Einbettung nicht mehr schrumpfen zu können. Das in Paraffin eingebettete Hautstück schneidet man hierauf serienweise der Fläche nach, und zwar macht man von der Oberfläche 30 μ , von den tieferen Schichten 50 μ dicke Schnitte. Dünnere Schnitte eignen sich zum Studium des elastischen Faseretzes nicht. Orcein-Färbung. Das flächenhafte Schneiden stößt meistens auf keine Schwierigkeiten. Trocknet die Haut ein, dann gelingt sie allerdings nicht mehr. Deshalb soll man das excindierte Hautstück noch vor der Fixierung 2—3 Tage lang in kaltes Wasser legen. Diese Wässerung kann ohne Gefährdung des Resultats noch einige Tage länger dauern. In unvollkommen ausgespannten und dann fixierten Hautstücken kann man weder die Struktur des elastischen Fasersystems noch die durch Verletzung gesetzten Veränderungen beurteilen, weil die Fasern wellenförmig verlaufen, die Faserbündel verschiedener Schichten schräg und quergetroffen sind. Bei *entsprechender Ausspannung* dagegen zeigen die Fasern geraden Verlauf, die Maschen sind gleichmäßig in der gleichen Ebene angeordnet. Zusammenhängende Faserbündel lassen sich auf weite Strecken verfolgen (Abb. I).

Die genaue Beschreibung des elastischen Fasersystems der Haut mag für eine andere Gelegenheit aufgespart bleiben, hier sei nur soviel vorweggenommen, was zum Verständnis der weiteren unbedingt notwendig erscheint.

Das elastische Faserwerk bildet in der Haut ein zusammenhängendes Netz, das seiner Lage nach in 2 Teile zerfällt. Der eine ist ein *statisches*, dem kollagenen Bindegewebe zugehöriges, der andere ein *parenchymatöses*, mit den Hautanhangsgebilden (Follikel-Talgdrüsenapparat, Schweißdrüsen, Nerven, Gefäße) verbundenes System. In den verschiedenen Hautschichten sind Verteilung, Form und Stärke der elastischen Fasern verschieden. Die Fasern des Str. subpapillare

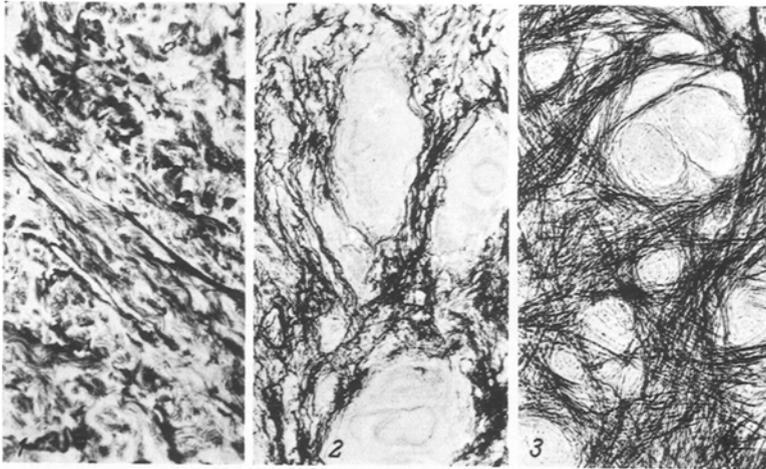


Abb. 1. Das elastische Netzwerk der Haut an Flachschnitten. 1 = Fasern ohne Spannung der Haut; 2 = elastische Fasern bei unvollkommener Spannung; 3 = das elastische Netzwerk bei richtiger Spannung. (Orcein-Färbung.) Vergr. 1:100.

sind feiner, dünner und bilden ein aus zur Hautoberfläche senkrecht verlaufenden, durch Seitenverästelungen reichlich miteinander verbundenen Fibrillen bestehendes Netzwerk, das in der Papillenspitze eine gewölbeförmige und glühstrumpfähnliche Struktur besitzt. In der ausgespannten Haut erfährt die Papillenachse und samt ihr auch die Längsachse dieses elastischen Faserstrumpfes eine Verkürzung, den letzteren kann man der Fläche nach vollkommen nicht ausspannen, weshalb die Subpapillarschicht sich zur Untersuchung nicht besonders eignet. Zu diesem Zwecke ist nur die kompakte Cutisschicht brauchbar, deren Fasern dicker sind und im ausgespannten Zustand flächhaft ausgebreitete, zwischen den kollagenen Bündeln schichtweise untereinander gelegene Netze bilden, die aber hier und da durch schrägverlaufende Fasern miteinander verbunden sind. Die Maschen sind

verschieden groß, in den oberflächlichsten Lagen sind sie am engsten, nach unten zu erweitern sie sich allmählich trichterförmig. Diese strukturelle Eigentümlichkeit zeigt klar, daß die kompakte Schicht der Haut auf der Außenseite am dichtesten gefügt, gleichzeitig am widerstandsfähigsten ist, nach innen zu immer lockerer, daher auch verletzbarer wird. Bei jeder stumpfen Gewalteinwirkung, vor allem bei der Strangulationsfurche kommt dieser strukturellen Beschaffenheit große Bedeutung zu.

Zuerst möchte ich die Veränderungen am *Lebenden*, dann im *intermediären* Leben, endlich im *Fäulnisstadium* besprechen, und zwar an Hand von je einer Abbildung. Für evtl. Nachprüfungen mache ich darauf aufmerksam, daß das zur Kontrolle dienende postmortale Material bei allen zu besprechenden Fällen demselben Individuum entstammte. Das ist deshalb wichtig, damit das Vergleichsobjekt identisch bleibt und man nicht fortwährend mit individuellen Verschiedenheiten des elastischen Gewebes rechnen muß; ja ich habe sogar die postmortale Verletzung möglichst mit demselben Instrument wie beim Lebenden, und zwar an der kontralateralen Stelle des Körpers vorgenommen. Auf diese Weise habe ich mich von allen Seiten her versichert, daß ich den wirklichen Unterschied zwischen prä- und postmortalen Verletzungen bekomme. Nun mögen die Veränderungen des elastischen Fasersystems der Haut bei den verschiedenen Wunden besprochen werden. Um Wiederholungen zu vermeiden, stelle ich nur je einen Fall dar, weil die Veränderungen des elastischen Systems bei den einzelnen Verletzungsarten identisch sind.

Stichwunde.

41jähriger Mann wurde während einer Rauferei am Bauch und Gesäß mit einem Taschenmesser verletzt. Der Tod erfolgte nach 4 Tagen wegen konsekutiver Bauchfellentzündung. Die Versuchsstichwunden setzte ich 10 Stunden bzw. 10 Tage nach dem Tode an der entsprechenden Stelle des rechten Gesäßes.

Histologischer Befund: In der Wand der noch im *Leben* entstandenen Wunde sind die Maschen des elastischen Netzes überall, selbst in den Wundwinkeln zerrissen, die einzelnen Fasern aufgesplittert, spiralförmig gewunden und stellenweise knotenförmig verfilzt. In den äußeren Teilen der Wunde zeigen die Maschen ovale Dehnung. Man sieht es ganz klar, daß die elastischen Fasern bei Durchtrennung oder Zerreißung beim Lebenden sich nicht nur erheblich retrahieren, sondern auch solche Veränderungen (Zusammenrollen, Drehung usw.) erfahren, die schon im intermediären Leben fehlen. In den experimentell, während des *intermediären Lebens* gesetzten Wunden sieht man zwar die Retraktion der elastischen Fasern von den Wundrändern, d. h. richtiger von den kollagenen Fasern — die Wundränder werden nur von den kollagenen Faserstümpfen gebildet — außerdem zeigen sie höchstens eine Quellung, Zusammenrollen, Drehung usw. werden vermißt. Bei im *Fäulnisstadium*, 10 Tage nach dem Tode gesetzten Wunden

war selbst die Retraktion kaum mehr zu sehen. Die Fasern blieben gerade, selbst an ihren Stümpfen unverändert, gleich denen im intermediären Leben gesetzten Wunden.

Schnittwunde.

Das Verhalten des elastischen Gewebes ist gleich, wie bei den Stichwunden.

Schießwunde.

Projektile mit und ohne Mantel verursachen sowohl an der Eingangs- wie Ausgangsstelle im elastischen Fasersystem annähernd

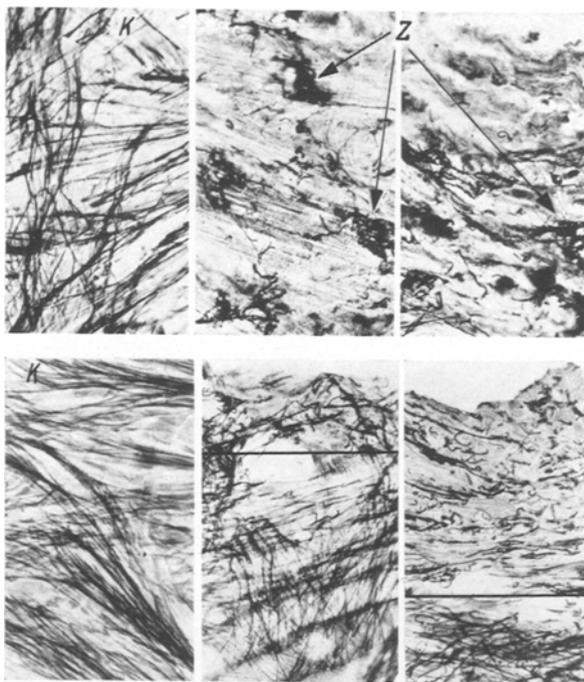


Abb. 2. *Das Verhalten des elastischen Fasersystems bei Schießwunden.* In der obigen Reihe sind die prä-, in der unteren die postmortalen Verletzungen dargestellt. *Z* = Zerspringen und knotenförmiges Zusammenballen der Fasern. Unten ist nur das Zerbrennen der Fasern in der Wundwand (ober der Linie) zu sehen. Die Zone der veränderten Fasern ist hier schmaler als oben. *K* = unverletztes Fasersystem (Kontrolle). Vergr. 1:100.

gleich schwere Veränderungen. Der Kürze halber will ich nur den histologischen Befund einer Eingangsöffnung darstellen und bemerken, daß bei Verletzungen durch Bleiprojektile die Veränderungen in viel breiterer Zone zustande kommen, wahrscheinlich deshalb, weil Geschosse ohne Mantel größere Quetschung, dafür kleineren Gewebsverlust anrichten, als gleichkalibrige Geschosse mit Mantel.

21-jähriger Mann. Selbstmord. Kopfschuß mit 7,6 mm Revolver. 2 Stunden nachher erfolgte der Tod. Experimenteller Schuß während

des intermediären Lebens 8 Stunden und im Fäulnisstadium 2 Wochen nach dem Tode.

Histologischer Befund: Die *intravital* erfolgte Schußverletzung hat, wie Abb. 2 zeigt, schwere Veränderung der elastischen Fasern verursacht. Die einzelnen Fasern sind zerrissen, verklumpt, aufgesplittert, von den Kollagenen getrennt. Die Maschen des elastischen Netzes sind zerstört. Die *intermediär* gesetzte experimentelle Verletzung hat die elastischen Elemente schon weniger verändert. Die Fasern wurden zwar auch hier zerbrochen, geknickt, einige spiralförmig gewunden, Aufsplittung und Verklumpung fehlten aber. Einen wesentlichen Unterschied bildet auch jener Umstand, daß diese Veränderungen in einer viel schmäleren Zone entstanden sind, als bei intravitale Schußverletzung. Noch viel geringere Veränderungen finden wir bei experimenteller Verletzung im *Fäulnisstadium*.

Den Stich- und Schnittwunden gegenüber sind die Veränderungen des elastischen Systems viel ausgedehnter und schwerer, was darauf zurückzuführen ist, daß das Geschoß nicht nur einfach eine Kontinuitätstrennung und Gewebsverlust samt der üblichen Gewebszerrung verursacht, sondern eine starke Geweberschütterung und außerdem auch noch eine Explosionswirkung ausübt. Im Momente seines Durchtrittes übergibt das Geschoß seine enorme kinetische Energie momentan den Geweben, dadurch ist es zu erklären, daß Zerstörung des elastischen Faserwerkes, Zerplatzen seiner Maschen nicht nur unmittelbar in den Wundrändern, sondern auch weiter davon sich einstellen. Im Leben ist diese Wirkung viel intensiver, in zwei-dreimal so breiter Zone bemerkbar als nach dem Tode. *Prä- und postmortale Schußverletzungen können also in zweifelhaften Fällen auf Grund des histologischen Bildes voneinander unterschieden werden.*

Quetsch-, Spalt- und Rißwunden.

Bisher habe ich eingehender nur die Spaltwunden der Kopfhaut untersucht. Die Veränderungen des elastischen Systems fand ich hier eben so schwer wie bei den Schußwunden, was seine natürliche

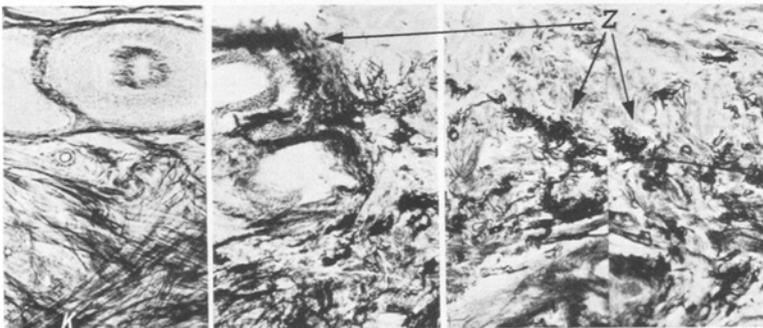


Abb. 3. *K* = unverletztes Fasersystem der Kopfhaut mit einem Haarquerschnitte (Kontrolle). Die übrigen Bilder zeigen dagegen *die vitalen Reaktionszeichen* des elastischen Fasersystems an verschiedenen Stellen einer Platzwunde. *Z* = auffallendes knotenförmiges Zusammenballen der Fasern. Vergr. 1:100.

Erklärung im Entstehungsmechanismus der Spaltwunden hat. Prä- und postmortale Veränderungen kann man auch hier scharf trennen. In den oberflächlicheren Lagen, wo das Faserwerk dichter, die Haut daher zäher ist, erfolgt die Verletzung der Fasern in schmalerer, in den tiefen, lockeren Schichten dagegen in einer viel breiteren Zone. Das histologische Bild einer intravital entstandenen Spaltwunde zeigt die Abb. 3,

wo man die Auflösung des statischen Fasersystems und die Verklumpung der Fasern, ferner die gleichfalls schwere Veränderung des parenchymatösen Fasersystems um die Follikel sehr gut sehen kann.

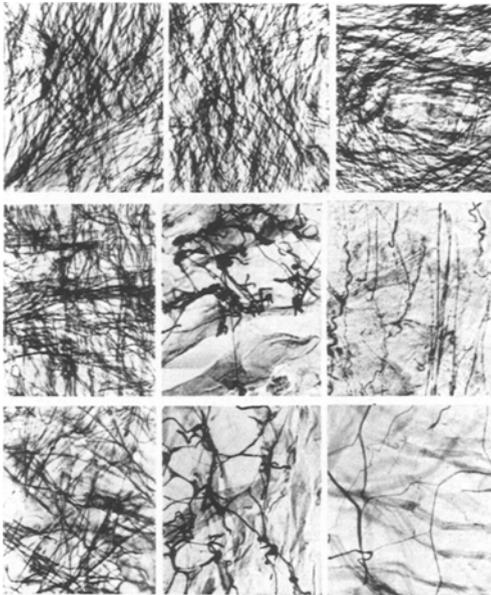


Abb. 4. Bilder des elastischen Faserwerkes der Halshaut aus den Serienschritten einer Strangfurche. Die erste senkrechte Reihe stellt die Bilder des unverletzten Faserwerkes der verschiedenen tiefen Schichten der Haut dar (Kontrolle). Erste horizontale Reihe: Die elastischen Fasern der oberen Schichten der Lederhaut: ohne Verletzungen. In den tieferen Schichten kann man aber knotenförmiges Zusammenballen (zweite senkrechte Reihe) der in der Nachbarschaft der Strangfurche verlaufenden Fasern beobachten. Dritte senkrechte Reihe: Verlängerung und Seltenerwerden der Fasern in der Tiefe der Strangfurche. Vergr. 1:100.

zelen Faserbündel in der Furchenmitte wurden in gedehntem, direkt steifem, aufgelockerten Zustand, zum Teil zerbröckelt fixiert (Abb. 4).

Das experimentelle Erhängen mit demselben Strang nahmen wir 8 Stunden nach dem Tode vor, und zwar so, daß der tiefste Punkt der experimentell erzeugten Furche unter den höchsten Punkt der intravitalen Furche zu liegen kam, also auf die Stelle, welche intravital keine Verletzung erfahren hat. In der postmortalen Furche waren kaum welche Veränderungen anzutreffen, einige Fasern waren zwar zerrissen und etwas retrahiert, Verklumpung und Aufspaltung fehlten jedoch.

Strangfurche.

60jähriger Mann. Selbsterhängen mit einem dünnen Strang. Am Hals 1 cm breite, geschlossene, eingetrocknete Furche, deren Haut nach 3 tägigem Einlegen ins Wasser fixiert wurde.

Histologischer Befund: Aus Serienschritten ging hervor, daß in den äußeren straffen Cutisschichten die elastischen Fasern keine Veränderung zeigen, in den tieferen dagegen sind sie zerrissen, aufgesplittert und verklumpt. Diese Veränderungen waren dem oberen und unteren Furchenrand entlang zu beobachten, denn die einzelnen Faserbündel in der Furchenmitte wurden

in gedehntem, direkt steifem, aufgelockerten Zustand, zum Teil zerbröckelt fixiert (Abb. 4).

Mit Rücksicht auf eventuelle Nachprüfungen möchte ich betonen, daß die Veränderungen der prä- und postmortalen Furche miteinander nur dann verglichen werden dürfen, wenn beide, vom gleichen Strangwerkzeug verursacht, am gleichen Individuum untersucht werden. Bei experimentellem postmortalen Erhängen muß man den Strang tief unter die erste Furche legen möglichst so, daß der tiefste Punkt der zweiten Furche dem tiefsten Punkt der ersten Furche gegenüberliegt. Diesem Zwecke entsprechen am meisten die Fälle mit atypischer Strangfurche, wo der tiefste Punkt auf der einen Halsseite sitzt, weil man dann die beiden im großen doch gleichen Halsseiten zu vergleichen hat, was nicht der Fall ist, wenn man die vordere und hintere, also nicht nur der Dicke, sondern auch der Struktur nach sehr verschiedene Hautpartien untersucht.

Veränderungen des elastischen Fasersystems im Bereiche der Strangfurche hängen von vielen Faktoren ab, entstehen allerdings zufolge der Druck- bzw. Ziehwirkung des Stranges. Sie sind nicht in jedem Falle von gleicher Ausbreitung, wovon ich mich öfter überzeugen konnte; besonders bei jungen, manchmal auch bei älteren, mageren, leichten Personen mit derber Haut fehlten sie selbst in der intravitalen Strangulationsfurche. Damit also Veränderungen entstehen, müssen gewisse konstitutionelle Faktoren vorhanden sein, außerdem spielen noch eine Rolle: Grad der Ernährung, Körpergewicht, Alter, Qualität der Haut und die zum Aufhängen verwendeten Requisiten, Art und Dauer der Erhängung. Eben diese Faktoren verbieten es, daß man die Strangfurchen verschiedener Personen zur Differenzierung von prä- und postmortalen Erscheinungen miteinander vergleicht. Wegen der Kürze der mir zur Verfügung gestandenen Zeit habe ich noch nicht die Bedeutung aller dieser Faktoren und Umstände erforscht. Auf Grund meiner bisherigen Ergebnisse kann ich jedoch behaupten, daß es in manchen günstig gelegenen Fällen gelingt, die prä- und postmortalen Strangulationsfurchen mit Hilfe der Veränderungen am elastischen Gewebe zu unterscheiden. Den Wunden gegenüber empfindet man hier als einen Mangel, daß keine Kontinuitätstrennungen bestehen, welche schwerere histologische Läsionen nach sich ziehen würden.

Zusammenfassung. Charakteristisch für intravitale Verletzung des elastischen Hautgewebes sind *Aufsplitterung und Verklumpung der Fasern, und Platzen der Maschen*. Da diese Merkmale bei allen im Leben gesetzten Verletzungen in milderer oder schwerer Form vorhanden sind, müssen sie als typische vitale Zeichen betrachtet werden. Warum das elastische Fasersystem bei intravitalen Verletzungen diese Veränderungen aufweist, ist schwer zu erklären, weil es sich eben um Veränderungen lebendigen Gewebes handelt, und wir das Lebendige vorläufig

weder erklären noch verstehen können. Ferner läßt sich nach den bisherigen Untersuchungen behaupten, daß bei postmortalen Verletzungen die erwähnten „vitalen“ Merkmale fehlen. Vegetierendes, intermediäres Leben fristende Gewebe büßen an Reaktionsfähigkeit viel ein oder verlieren sie gänzlich. Es wurden zwar manche postvitale Veränderungen beobachtet, wie Retraktion der elastischen Fasern, Zerreißung, Zerbröckelung, ihre Entstehung beruht aber nur auf einem einzigen Faktor, nämlich dem Trauma, und lassen den anderen Faktor, das reaktive, empfindliche, lebende Gewebe offensichtlich vermissen. Durch Vergleich der prä- und postmortalen Verletzungen findet man im elastischen Gewebe auffallende qualitative und quantitative Veränderungen. Die Untersuchung des elastischen Gewebes bietet den großen Vorteil, daß man die Breite der veränderten Zone messen und zahlenmäßig ausdrücken kann. Diese mathematischen Grenzen zwischen prä- und postmortalen Veränderungen habe ich bisher allerdings noch nicht bestimmen können, weil dazu aus mehreren hundert Fällen gewonnene Mittelwerte nötig gewesen wären. Außerdem muß man die verschiedenen Körpergegenden mit in Betracht ziehen, da die Breite der Verletzungzone je nach den verschiedenen regionären Hautqualitäten variiert.

Ein weiterer Vorteil der Untersuchung des elastischen Systems ist, daß man bei der Behandlung der aus Leichen herausgeschnittenen Hautstücken nicht darauf zu achten braucht, ob ihr intermediäres Leben noch besteht, weil im elastischen Gewebe weder die Fixierflüssigkeit noch die Zerrung bei der Excision morphologische Veränderungen verursachen. Andere Gewebe, z. B. Muskel und Gehirn, erleiden durch die Fixierflüssigkeit ähnlich schwere Veränderungen, wie durch ein Trauma, weshalb sie eigentlich in intermediärem Leben nicht fixiert werden dürfen, erfolgt doch sonst Koagulation der Zellen und Metachromasie bei der Färbung, was zur Täuschung Anlaß geben kann. Auch der Vorteil ist nicht zu unterschätzen, daß Veränderungen im elastischen Gewebe selbst bei fortgeschrittenem Fäulnis (s. III. Kapitel) noch zu erkennen sind.

II. Teil.

Nachweis der Erschlaffungszone von Hautwunden an Leichen.

Die elastischen Fasern bilden in der Haut ein zusammenhängendes Netzwerk, dessen Maschen sich normalerweise in einer gewissen Spannung befinden und zur Erhaltung des Hauttonus wesentlich beitragen. Der Hauttonus ist dem Alter nach schwankend, bei jungen Personen größer als bei alten. Auch nach den Körpergegenden bestehen Differenzen. Welche Kraft die Elastizität der Haut an verschiedenen Geenden und bei verschiedenen alten Individuen repräsentiert, können wir in Ermangelung eines entsprechenden Instrumentariums nicht

direkt messen, man muß sich mit annähernden Bestimmungen begnügen. Bei Verletzungen entstehen in elastischem Fasersystem der Haut morphologische Veränderungen, wodurch der Hauttonus innerhalb eines gewissen Bezirkes abgeändert wird, und zwar im Sinne der Tonusabnahme, weil ja die durchtrennten elastischen Maschen erschlaffen. Wie breit diese Erschlaffungszone ist, konnten wir bisher noch nicht nachweisen. Die Erschlaffungszone selbst ist unter normalen Verhältnissen unsichtbar, kann nur durch folgenden Kunstgriff sichtbar gemacht werden.

Methodik. Ein vorher verletztes Hautstück (durchstochenes, durchschossenes) wird mit möglichst breiter, gesunder Umgebung abgelöst

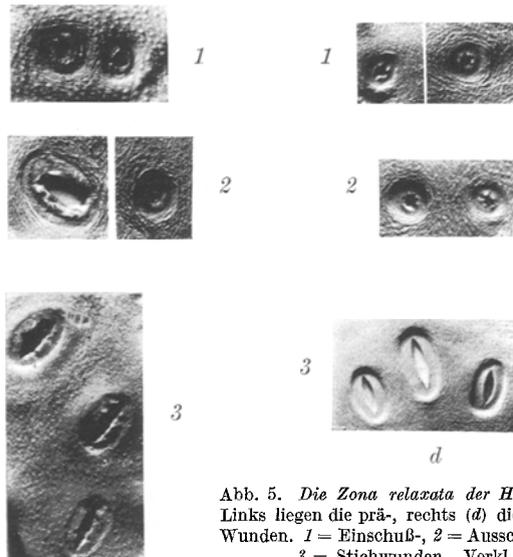


Abb. 5. Die *Zona relaxata* der Hautwunden. — Links liegen die prä-, rechts (d) die postmortalen Wunden. 1 = Einschuß-, 2 = Ausschußöffnungen, 3 = Stichwunden. Verkl. 1:2.

und über ein Brett straff ausgespannt. Nach 3—5stündiger Fixierung in 4% Formalin wird es vom Brett abgenommen. Alsdann zieht sich die Haut zusammen, wird im allgemeinen runzelig mit Ausnahme der unmittelbaren Wundumgebung, wo sie entsprechend der Fixierung in ausgespanntem Zustand auch weiterhin glatt gespannt erscheint. Diese Erscheinung tritt in einer 3—4 mm breiten Zone um die Wundränder herum zutage. Dieses Gebiet nannte ich Erschlaffungszone (*Zona relaxata*). die kontrahierte Haut bildet um sie herum eine plateauartige Erhebung (Abb. 5). Erschlaffungszone von sehr nahe zueinander liegenden Verletzungen fließen zusammen, werden von einem gemeinsamen Damm umrandet. Diese Erscheinung habe ich oft bei Schußverletzungen mit Schrot gesehen.

Der Nachweis der Erschlaffungszone beruht auf der Hautelastizität. In ausgespanntem Zustand besitzt die Haut potentielle Energie, kraft

deren sich nach Aufhören der Spannung kontrahiert. Diese Kontraktion bewirkt vor allem das elastische Fasersystem. Nachdem in gesunder Haut dieses System gleichmäßig verteilt ist, kommen bei Ausspannung und Kontraktion an sämtlichen Punkten gleichgroße Kräfte zur Geltung. An Stellen, wo die Haut verletzt ist (Stich, Schuß), wo es also zur Kontinuitätstrennung, Gewebsverlust kommt, die natürlich auch das elastische Faserwerk betreffen, wird die federnde Fähigkeit der Haut beträchtlich vermindert, weil in dem elastischen Kraftfeld zahlreiche Maschen zerrissen sind. Eben dem Nachweis dieser elastischen Schwäche dient unsere Fixiermethode, die eigentlich keine volle Durchfixierung, sondern nur eine kurze, man könnte sagen Anfixierung darstellt. Sie beeinträchtigt die federnde Wirkung der sonst normalen Hautteile nicht in dem Maße wie die der verletzten, elastisch geschwächten Stellen. An den gesunden Stellen vermag also die elastische Kraft der Haut nach Aufhören der Ausspannung die durch die kurze Fixierung behobenen Hindernisse noch zu überwinden, die Haut kontrahiert sich, die Umgebung der Verletzung ist dazu aber nicht mehr fähig, hier bleibt sie weiterhin in ausgespanntem Zustand fixiert. — Das ist die Erklärung für die Erschlaffungszone. Allerdings könnte man auch daran denken, daß die Fixierflüssigkeit am Wundrande aus 3 Richtungen her in die Gewebe eindringt, mithin es schneller fixiert. Diese Annahme wird aber durch die Erfahrung widerlegt, daß die Erschlaffungszone schon im Augenblick ihrer Entstehung die gleiche Breite besitzt, sich unabhängig von der Fixierungsdauer verhält und ihr nicht proportional wächst. Fixiert man länger als 5 Stunden, so mißglückt der Nachweis der Erschlaffungszone, weil die Haut überall durchfixiert ist und sich nicht mehr kontrahiert. Deshalb ist die kurzdauernde Fixierung erforderlich.

Es muß angenommen werden, daß während der kurzen 3—5stündigen Fixierung das intermediäre Leben der Haut der Formalineinwirkung zufolge in allen ihren Schichten aufgehoben wird, mithin die Hautzellen alle absterben. Auch heute noch ist es strittig, ob die Bindegewebsfasern in wahrem Sinne des Wortes lebendige Substanz darstellen, selbst wenn man sie als solche betrachtet, verlieren sie das Leben durch das Formalin. Mit Rücksicht darauf, daß die halbwegs fixierte Haut ihre Kontraktionsfähigkeit nicht verliert, scheint klar zu sein, daß sie an einen besonderen Mechanismus gebunden ist, den vor allem mit den Fasern gegeben ist. Dieser Mechanismus besteht in der bereits völlig abgestorbenen Haut fort und läßt sich in Funktion setzen, zu der elastischen, kontrahierenden Fähigkeit der Haut, die Anwesenheit von lebendigen Fasern ist also nicht unbedingt notwendig. Man kann sich jederzeit leicht davon überzeugen, daß die Hautelastizität am Leben die größte ist, während des intermediären Lebens ab-

nimmt, in der Totenstarre noch weiter verringert wird (wahrscheinlich durch Gerinnungsprozeß in den Fasern), nach Aufhören der Starre aber wieder etwas zunimmt, um während des Fäulnisses allmählich ganz zu verschwinden.

Die Erschlaffungszone ist bei prä- und postmortalen Verletzungen gleichfalls nachweisbar, sie lassen sich daher auf Grund dieser nicht differenzieren. Nach dem Tod kann sie aber nur bis zu einer gewissen Zeit nachgewiesen werden; da sich das Epithel während der fortschreitenden Fäulnis ablöst, gelingt ihr Nachweis nicht mehr. In der Haut von Feten und Neugeborenen, ferner solcher Personen, die die Haut-

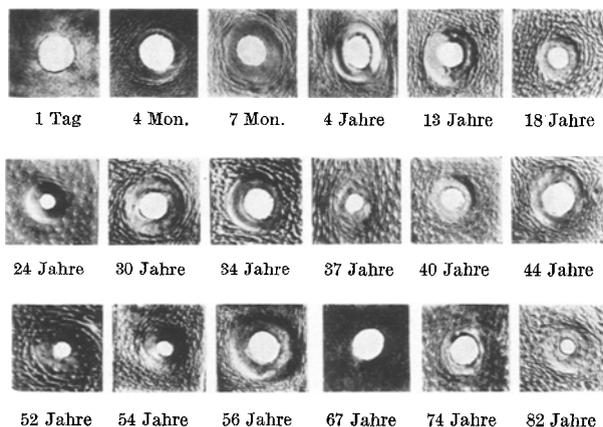


Abb. 6. Experimentelles Hervorrufen der Zona relaxata an der Oberarmhaut von Individuen verschiedener Alter. Keine Zone bei 1 T und bei 67. 1 T = ein Tag alt. 67 = 67 Jahre alt.

elastizität aus irgendeinem Grunde schon im Leben verloren haben, kann man die Erschlaffungszone ebenfalls nicht nachweisen (Abb. 6). Aus dem Umstand, daß die Erschlaffungszone der linienförmigen Wunden den Wundrand entlang und in den Winkeln gleich breit ist, unabhängig davon, in welcher Richtung sich auch die Verletzung hinzieht, kann festgestellt werden, daß die Bildung der Zone ganz unabhängig von der Spaltrichtung der Haut (*Langer*) vor sich geht, woraus zu schließen wäre, daß die Spaltlinien der Haut von den kollagenen Bindegewebsfasern bestimmt würden. Das elastische Fasersystem aber scheint von der Verlaufsrichtung dieser Spaltlinien unabhängig angeordnet zu sein.

III. Teil.

Annähernde Bestimmung der Todeszeit aus dem Hautzustand.

Zur Bestimmung der seit dem Todeseintritt verstrichenen Zeit verfügt man auch jetzt über mehrere, jedoch nicht sehr zuverlässige Zeichen (Leichenflecke, Leichenstarre usw.). Bei ihrer Verwertung ist

immer in Betracht zu ziehen, daß die Leiche als eine leblose organische Materie vollständig den Umwelteinwirkungen ausgeliefert ist. Zur Bestimmung der Todeszeit begegnet man auch neuerdings gewissen Beobachtungen und Bestrebungen, wie Folgerung aus dem Zustand des Magendarmtraktes oder aus dem Mageninhalt, ferner aus der mikroskopischen Untersuchung der in der Umgebung von Wunden auftretenden vitalen Frühzeichen usw. Solche Untersuchungen sind unbedingt notwendig, weil, wenn sie auch nicht immer einen ganzen Beweis liefern, man nie weiß, wann sie in der Praxis doch nutzbringend sein werden. Ich habe das Gefühl ebenfalls keine überflüssige Arbeit verrichtet zu haben, als im Laufe meiner Studien über das elastische Fasersystem der Haut auch solche Merkmale in den Vordergrund meines Interesses gerückt wurden, welche nebst gewissen Einschränkungen und unter Mitbewertung mancher anderer Zeichen zur Bestimmung der Todeszeit geeignet erscheinen. Zwei solche Zeichen beobachtete ich, das eine (A) beruht auf der Nachweisbarkeit der Erschlaffungszone, das andere (B) auf der Färbbarkeit der elastischen Fasern.

A. In mehreren Versuchsserien habe ich immer die Feststellung gemacht, daß in der Haut von in kühler Umgebung (+12° Wasser oder Luft) gelegenen Leichen die Erschlaffungszone bis 6—8 Tagen nachweisbar bleibt. In den ersten Tagen tritt sie ganz auffallend in Erscheinung, später wird sie immer schwächer und in jener Phase des Fäulnisses, in der sich das Epithel abzulösen beginnt oder schon ganz abgelöst ist, kann sie überhaupt nicht mehr nachgewiesen werden. Auf der Abbildung sieht man gut die allmähliche Abschwächung der Zone bis zu ihrem gänzlichen Schwund.

Auf diese Weise läßt sich also unter gewissen Umständen aus dem Verhalten der Erschlaffungszone der Zeitpunkt des Todeseintritts mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit bestimmen.

Mit Rücksicht darauf, daß der Umgebung ein großer Einfluß auf die Leiche bzw. ihre Verwesung zukommt, habe ich die Wirkung von *niederen Temperaturen* auf die Nachweisbarkeit der Erschlaffungszone untersucht, indem ich vorher verletzte (durchgeschossene) menschliche Hautstücke hart gefroren 7 Tage lang im Eisschrank aufbewahrte und die Erschlaffungszone fortlaufend kontrollierte: Während dieser Zeit blieb sie unverändert. Niedrige Temperaturen oder evt. Durchfrieren ändern also die Hautelastizität gar nicht, schädigen sie nicht einmal. Die Zeitgrenze, innerhalb welcher die Hautelastizität noch bestehen bleibt, konnte ich bisher noch nicht feststellen, es ist aber anzunehmen, daß die Haut sie selbst nach mehr als 1 wöchigem Gefrieren noch zurückerhält. Daraus ist der wichtige Schluß zu ziehen, daß man aus Hautstücken von durchgefrorenen Leichen in bezug auf

den Zeitpunkt des Todeseintritts gar nichts feststellen kann, weil die Dauer des Gefrierens unbestimmbar ist.

Auch die Wirkung *hoher Temperaturen* habe ich in mehreren Versuchsreihen geprüft. Heißwasserversuch: mehrere Hautstücke, deren Elastizität die Erschlaffungszone anzeigte, setzte ich von einigen Sekunden bis zu einer Minute in heißes Wasser. Nur nach kurzer Einwirkung konnte die Erschlaffungszone nachgewiesen werden, je länger das Heißwasser einwirkte, um so schwächer trat sie in Erscheinung, um bei Verbrühung ganz zu verschwinden. Ganz das gleiche Ergebnis erhielten wir bei Verbrennungen durch Flamme oder glühende Körper.

Zusammenfassung. Bei Verbrennungen und Verbrühungen kann man die annähernde Bestimmung des Zeitpunktes des Todeseintritts nur an unversehrt gebliebenen Hautpartien vornehmen, weil die verletzten, koagulierten oder exkorierten Stellen dazu ungeeignet sind, dasselbe gilt auch für alle solche Leichen, bei denen die Erschlaffungszone überhaupt nicht nachzuweisen ist (Feten usw.).

B. *Bestimmung der seit dem Tode verstrichenen Zeit auf Grund der Färbbarkeit des elastischen Systems.*

Methodik. In mehreren Versuchsreihen habe ich Hautstücke bei 12°, 22° und 37° in Wasser und an der Luft faulen lassen und jeden Tag ein Stück fixiert, bearbeitet und gefärbt. Da Temperaturdifferenzen dabei keinen Unterschied verursachten, möchte ich die Ergebnisse zusammenfassend darstellen: 7—8 Tage nach dem Tode war die Färbbarkeit der elastischen Fasern noch tadellos. Nachher wurde sie allmählich schlechter und um den 17. Tag herum ist sie fleckweise ausgeblieben. Am 21. Tage war keine einzige Faser mehr zu färben. In 3 Wochen nach dem Tode gehen die elastischen Fasern also der Fäulnis zufolge vollständig zugrunde, sie werden wahrscheinlich aufgelöst. Ich möchte betonen, daß ich meine Versuche mit der Bauchhaut von Erwachsenen vornahm. Die Feststellungen beziehen sich mithin nur auf dieses Material. Nachdem die Haut nicht überall gleich dick ist, können nach beiden Richtungen hin — Verkürzung und Verlängerung der Faserauflösung — starke Differenzen entstehen. In dünner Haut z. B. verschwinden die Fasern bereits in 2 Wochen, in dicker — z. B. Rückenhaut, die 3—4mal dicker als die Bauchhaut ist — tun sie das in allen Schichten nur nach 60—70 Tagen.

In ausgeschnittenen Hautstücken beginnt die Auflösung der Fasern bei der Fäulnis von der Oberfläche her, man wird also bei Flachschnitten der Haut schon oberflächlich elasticafreie Schichten bekommen, wo in der Mitte noch immer elastische Fasern gefunden werden können.

Gefrieren und Eintrocknen konservieren die elastischen Fasern auf unbestimmbar lange Zeit.

Man kann also offenbar bei Wasserleichen und anderen Leichen die seit dem Tode verstrichene Zeit auf Grund der Färbbarkeit des elastischen Fasersystems der Haut annähernd bestimmen. Es sind aber noch breitangelegte Versuche notwendig, bevor die Methode praktische Verwendung finden kann.

Literaturverzeichnis.

Foerster, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **21**, 158 (1933). — *Kernbach-Cotutiu-Dahnovici*: Ann. Méd. lég. etc. **1937**, Nr 9. — *Ökrös*, Debreceni Orvosegyesület Évkönyve **1936** — Magy. Orv. Nagyhat Jegyzökönyve **1937**. — *Orsós*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **25**, 177 (1935); **26**, 212 (1936) — Beitr. path. Anat. **95** (1935) — Orvosképzés **1935**. — *Walcher*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **26**, 192 (1936).
