

II.

Ueber Wundheilung der Hornhaut.

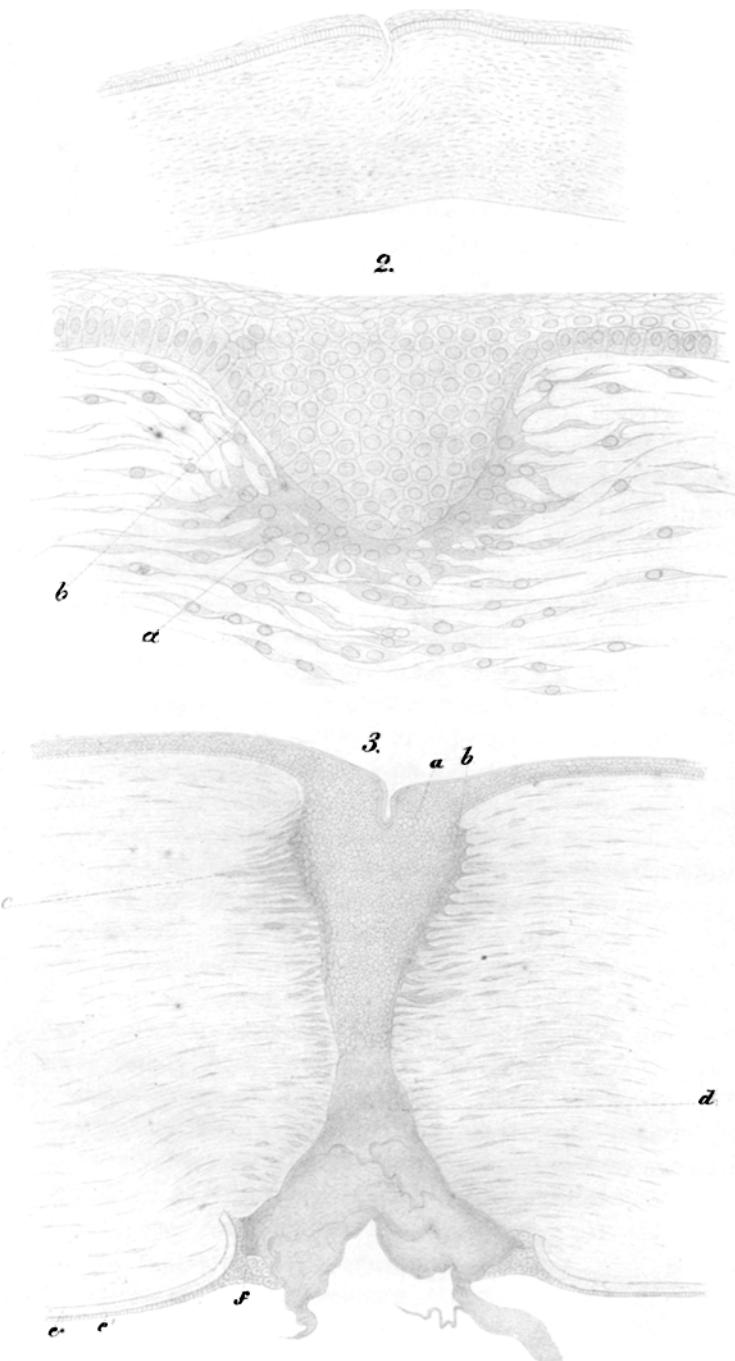
Von Dr. Hans von Wyss in Zürich.

(Hierzu Taf. I.)

(Aus dem pathologischen Institut in Zürich.)

Als Object für das Studium der anatomischen Vorgänge bei der Wundheilung diente schon lange vorzugsweise die Cornea verschiedener Thiere. Schnittwunden des Organes wurden in verschiedenen Zeiträumen nach der Verletzung untersucht, und die beobachteten Veränderungen sah man als typisch an für das was sich in einem einfachen, gefäßlosen Gewebe nach einer Verletzung bis zur völligen Regeneration desselben abwickelt.

Nach den bis in's Detail gehenden Forschungen verschiedener Autoren, die sich neuerdings dem Gegenstande zugewendet, könnte es fast überflüssig erscheinen, nochmals auf das Thema zurückzukommen, wenn nicht die Auffassungen doch noch Differenzen böten. Ja, man kann fragen, ob es erlaubt ist, das Verhalten der Cornea als Typus für die Wundheilungsvorgänge anzusehen, da dies Organ mit seinen besonderen, selbst im normalen Zustand noch nicht völlig aufgeklärten Structurverhältnissen auch in der Art wie seine Verletzungen heilen, manches Eigenthümliche bietet. Das Gewebe der Cornea gehört ja trotz seiner Gefäßlosigkeit keineswegs zu den ganz einfachen. Ferner, wenigstens gilt dies für die penetrirenden Wunden, ruft die totale Aenderung der Spannungs- und Elasticitätsverhältnisse, in die das Organ nach der Verletzung gerath, sowie die Einwirkung des Humor aqueus auf das blossgelegte Gewebe, das Eindringen von der Cornea ursprünglich nicht angehörigen Elementen in die Wundspalte und die Substanz der Hornhaut selbst, eine solche Mannichfaltigkeit der Erscheinungen, die gleichzeitig nebeneinander auftreten, hervor, dass wir es nicht mehr mit einfachen, sondern im Gegentheil mit recht complicirten Vorgängen zu thun haben, die zu ihrem Verständniss eine genauere Analyse nothwendig



machen. Blos die Berücksichtigung aller Erscheinungen kann zum richtigen Verständniss führen, und das Ziehen von Schlüssen aus Beobachtungen, die nur eine Seite derselben betreffen, ist nicht zulässig.

Es empfiehlt sich bei Betrachtung des Heilungsprozesses nach Schnittwunden der Cornea die Vorgänge im Bereich der Wundspalte und diejenigen im Grenzgebiet des Hornhautgewebes gesondert zu betrachten. Die einfachsten und leicht verständlichsten Bilder liefert die Untersuchung penetrirender Schnittwunden in verschiedenen Zeiträumen nach der Verletzung zunächst auf senkrechten Schnitten.

Um die Erscheinungen rein zu erhalten, ist bei allen Versuchen eine kleine Vorsichtsmaassregel nothwendig, die darin besteht, unmittelbar nach Ausführung des Schnittes die Lider durch eine Naht mindestens für zwei Tage zu schliessen. Es würde dies Verfahren einen wenn auch rohen Schlussverband ungefähr entsprechen. Wird diese Maassregel unterlassen, so habe ich fast immer stärkere Reizerscheinungen beobachtet, als die auf das blosse Trauma folgenden, die ich dem Eindringen von Staub etc. und den dadurch bedingten Lidschlag zuschreiben muss.

Als erste Erscheinung, die man an einer Schnittwunde der Hornhaut wahrnimmt, schildert Güterbock¹⁾ eine Einsenkung des vorderen und hinteren Epithels, die er auf die unmittelbare Einwirkung der trennenden Gewalt zurückführt. Schon nach wenigen Stunden, sicher nach 24 Stunden treffe man die Wunde nicht mehr klaffend, dadurch, dass das Epithel eingebuchtet sei. Diese letztere Bemerkung ist aber schon geeignet einige Zweifel zu erwecken, ob es sich in dem geschilderten Verhalten wirklich um eine blosse mechanische Wirkung der trennenden Gewalt handle, denn diese musste doch unmittelbar nachdem der Schnitt geführt ist, am prägnantesten hervortreten.

Untersucht man aber Querschnitte von Hornhäuten, die unmittelbar nach dem Trauma herausgenommen wurden, so markirt sich der Schnitt als eine einfache Spalte, die mit leicht gezackten Rändern durch das Epithel und Cornealgewebe läuft (Fig. 1.). Von einer Einbuchtung des Epithels am äusseren und inneren Wundende

¹⁾ Dieses Archiv Bd. L. S. 465 ff.

ist nichts wahrzunehmen, deswegen kann dieses auch nicht mitgerissen oder vor dem trennenden Instrument ausgewichen sein. Später, bei Betrachtung von penetrirenden Wunden werde ich zeigen, wie sich das Endothel der Membr. Descemeti verhält, für dessen angebliche Einsenkung Güterbock das Andrängen des Humor aqueus im Anspruch nimmt.

Das Verhalten, dass die Wundspalte nach 24 Stunden nicht mehr klappt, kann also unmöglich durch eine mechanische Einstülpung des Epithels veranlasst werden und es wird dafür eine andere Erklärung zu suchen sein.

Wie tief auch der Schnitt in die Hornhautsubstanz eingedrungen ist, sei es bis zur Hälfte oder bis zu $\frac{2}{3}$ ihrer Dicke, stets findet man nach 24—48 Stunden die ganze Wundspalte vom Epithel ausgefüllt. Die Bilder, die man von Querschnitten gewinnt, lassen sich am treffendsten mit denen einer beginnenden Drüs- oder Cancroidbildung vergleichen. Von einem Lumen zwischen den Wundrändern ist nichts mehr wahrzunehmen, wo früher eine schmale Spalte war, ist jetzt ein anfangs stumpf conischer, nach unten spitzer, später kolbiger, unten breiter, abgerundeter Epithelzapfen zu sehen.

Die einzelnen Zellen dieses Zapfens bieten Verschiedenheiten. Diejenigen, welche den Grund und die Peripherie bilden, sind polygonal, oft stark abgeplattet, und haben grosse Kerne, während die an der Oberfläche und mehr central gelegenen oft keulenförmig sind und hie und da Theilungserscheinungen zeigen. Diese letzteren wären somit als die jüngeren anzusehen. Die wahrscheinliche Art und Weise der Bildung dieser Epithelwucherung ist also die, dass das Epithel von beiden Wundrändern nur absteigend die blossliegende Hornhautsubstanz überkleidet und dann vom Grunde emporwachsend die Lücke ausfüllt. Den Ausgangspunkt dieser Wucherung bilden die cylindrischen Zellen der untersten Schicht des Epithels (Fig. 2.).

Danach hätten wir als erstes Factum zu constatiren, dass jede einfache Wunde der Hornhaut durch Schnitt oder Stich entstanden schon vor Ablauf des zweiten Tages nach der Verletzung durch eine active Wucherung des Epithels provisorisch aber vollständig ausgeglichen ist.

Es folgt daraus, dass für nicht penetrirende Wunden der Hornhaut die Frage, ob die unmittelbare Vereinigung durch sofortiges Aneinanderliegen der Wundränder oder durch plastische Exsudation

zu Stande komme, kaum aufgeworfen werden kann, denn, wie wir eben gesehen haben, es erfolgt diese Vereinigung per primam ganz ohne Mitwirkung des Hornhautgewebes durch sein Deckgewebe, das Epithel¹⁾.

Nach diesem Verhalten war zu erwarten, dass da, wo das Epithel fehlt, auch keine Vereinigung per primam erfolgt. Entfernt man das Epithel eines grösseren Bezirks der Hornhaut durch Abschaben und macht eine Incision inmitten des Defects in das blossliegende Hornhautgewebe in der Weise, dass die Grenzen des Schnittes innerhalb des Defectes zu liegen kommen, so findet man nach Ablauf des ersten Tages das Epithel an der Grenze der entblößten Stelle in lebhafter Regeneration begriffen. In der Wundspalte ist nichts von einer Vereinigung wahrzunehmen, sie klafft, wie unmittelbar nach dem Schnitt, bloss sind die anfänglich gezackten Wundränder etwas geglättet. Schreitet die Regeneration des Epithels bis zur Schnittgrenze und in die Wundspalte vor, so bietet diese alsdann das Bild, wie gewöhnlich, ohne Entfernung des Epithels.

Die Haltbarkeit der primären Epithelvereinigung ist bei nicht penetrirenden Wunden der Hornhaut ziemlich gross. Untersucht man am vierten Tage nach der Verletzung, so ist noch keine wesentliche Veränderung wahrzunehmen gegenüber dem Bild des zweiten Tages. Die Umwandlung in die definitive Narbe erfolgt erst viel später und ganz allmählich. Sie bietet außerdem keine Verschiedenheiten von der Narbenbildung nach penetrirenden Wunden, auf welche ich zurückkomme.

Die Untersuchung penetrirender Schnittwunden der Hornhaut bietet nicht mehr dieselben einfachen Verhältnisse. Als neu hinzukommende Momente sind zu beachten das Verhalten der Membrana Descemeti mit ihrem Endothel, der Einfluss des frischen und des regenerirten Humor aqueus auf das Gewebe der Hornhaut und der Verlust an Spannung, den letztere erfährt, wenn das Kammerwasser abgeflossen ist.

Auf dem senkrechten Durchschnitt einer penetrirenden Hornhautwunde beobachtet man zunächst, dass sich die Membr. Desc. stets an den Wundrändern mit dem auf ihr haftenden Endothel nach aussen umbiegt. Es entsteht dadurch eine auf dem senkrecht-

¹⁾ Auch in dem Bilde, welches Billroth von der Vereinigung einer Hornhautwunde giebt, muss ich die Ausfüllungsmaasse (a a) des Schnittes als Epithel deuten (Billroth, Allg. chirurg. Pathol. u. Therap. 8. Aufl. S. 91. Fig. 12).

ten Durchschnitte flache, trichterförmige Spalte an der hinteren Wundöffnung, welche bedeutend weiter klappt als der übrige Wundkanal. Durch die Einwirkung des Kammerwassers auf das blossgelegte Hornhautgewebe imbibirt sich dies stets, wodurch es quillt, so dass an den Wundrändern die Hornhaut oft um ein Beträchtliches dicker wird als in den übrigen Partien. Da endlich das Organ seine normale Wölbung verloren hat, so kommt es selten vor, dass die Wundränder in genauer Apposition aufeinander passen, eine leichte Verschiebung und ein Klaffen an verschiedenen Stellen der Höhe der Wunde sind fast stets zu beobachten.

Die sämmtlichen, eben geschilderten Erscheinungen treten um so stärker hervor, je ausgedehnter die Wunde ist, besonders wenn ihre Länge über einen Pupillendurchmesser beträgt.

Auch das Bild der Wundspalte selbst gestaltet sich etwas verschieden vom ersten Tage an, je nachdem der Schnitt lang oder kurz geführt wurde. Im letzteren Fall bieten sich fast genau die gleichen Verhältnisse, wie bei einer nicht penetrirenden Wunde. Auch hier findet man schon am Ende des ersten Tages die Wundspalte bis zu $\frac{3}{4}$ ihrer Höhe mit jungem Epithel ausgekleidet. Nur an der tiefsten Stelle der Wunde in der Nähe der Membr. Desemeti tritt eine andere Substanz als Vereinigungsmittel an die Stelle des Epithels. Sie enthält keinerlei geformte Bestandtheile, ist schwach granulirt, etwas glänzend und haftet den Wundrändern fest an. So erscheint sie als ein pyramidaler Zapfen auf dem senkrechten Durchschnitt mit seiner breiten Basis am hinteren Wudingang, der die oben erwähnte trichterförmige Spalte vollkommen ausfüllt. Es ist diese Substanz nichts Anderes als Fibrin, das sich aus dem regenerirten Humor aqueus auf das blossliegende Hornhautgewebe durch dessen fibrinoplastische Wirkung niedergeschlagen hat. Es ist ja bekannt, dass zwar das normale Kammerwasser nicht gerinnungsfähig ist, dagegen dasjenige, welches sich nach einer Verletzung der Hornhaut regenerirt und das als Exsudat aus den Gefässen der Iris zu betrachten ist (Fig. 3.).

Hat der Schnitt eine grössere Ausdehnung, so beobachtet man zunächst, dass nach dem ersten Tage die Vereinigung der Wundränder, obwohl sie stets zu Stande gekommen ist, doch nur sehr lose haftet. Ein leichter Zug genügt, um die Wunde in ihrer ganzen Ausdehnung wieder zum Klaffen zu bringen. Die vereinigen-

den Elemente sind ganz dieselben wie im vorigen Fall. Nur erscheint die Ausfüllungsmasse viel mächtiger und breiter. Das Epithel bildet ein dickes Lager, das die Wundspalte ungefähr bis zur Hälfte ihrer Höhe ausfüllt. Die einzelnen Zellen bieten alle möglichen Bilder des Uebergangs von jungen zu fertigen Elementen. Man findet Zellen mit zwei und drei Kernen, desgleichen solche mit Spalten und Furchen besonders unter den oberflächlich in der Mitte gelegenen. Bezüglich ihres Contours kommen alle Uebergänge von polyedrischen bis zu kugligen Zellen vor.

In der centralen Partie des epithelialen Lagers, welche in der Tiefe liegt und an den Fibrinpropf grenzt, gewahrt man oft schon am zweiten, häufiger am vierten Tag ein besonderes Aussehen, welches wohl mit Sicherheit auf eine beginnende Degeneration der Zellen zu beziehen ist. Diese haben ihre scharfen Contouren zum Theil verloren; man sieht vorzugsweise nur noch die Kerne deutlich und diese sind umhüllt von einer structurlosen, stärker Lichtbrechenden Masse. Doch kommen darunter auch noch wohlerhaltene Epithelien vor, so dass kein Zweifel entstehen kann, dass es sich hier wirklich noch um eine epithiale Bildung handelt.

Durchtrennt man mit einem Graefe'schen Staarmesser nach einem vorgängigen peripherischen (scleralen) Einstich die Cornea an einer centralen Stelle von hinten her, sei es nur theilweise, sei es ganz, so gestaltet sich die Art der provisorischen Vereinigung nur unwesentlich verschieden von dem bereits besprochenen Modus. Nie ist es mir gelungen, eine Wucherung des Endothels der Membr. Descemeti zu sehen, die im entferntesten derjenigen des vorderen Epithels gleich käme. Die einzige Erscheinung, die man auf eine Proliferation des Endothels beziehen kann, besteht in einer mehrfachen Schichtung von Zellen, die an der Stelle auf der Membr. Descemeti aufliegen, wo der Wundrand sich nach aussen umrollt. Hat der von hinten geführte Schnitt das vordere Epithel nicht perforirt, so bildet sich wieder jene seichte, trichterförmige Grube am hinteren Wundeingange, die unausgefüllt bleibt und an Stelle der klaffenden Wundspalte sieht man nach 48 Stunden einen feinen, homogenen, glänzenden Streifen. Will man in diesem eine Zwischensubstanz und nicht blos den Ausdruck des Aneinanderliegens der gequollenen Wundränder erkennen, ein Unterschied, der wohl kaum ganz sicher zu deuten ist und dem ich auch weiter

keine grosse Bedeutung beilegen kann, so hat man in dem erwähnten Verhalten den Vorgang der Heilung per primam ohne Mitwirkung epithelialer oder endothelialer Elemente in seiner einfachsten Gestalt vor sich¹⁾.

Perforirt dagegen der Schnitt nach vorn, so sind die Erscheinungen gar nicht verschieden von denen, die bei Incisionen von vorn zur Beobachtung kommen. Auch hier wird die Wundspalte schon nach kurzer Zeit von einer Wucherung des Epithels bis zu $\frac{3}{4}$ ihrer Höhe ausgekleidet, ein Beweis mehr, dass das tiefe Eindringen des Epithels nicht von einer mechanischen Einstülpung herrühren kann.

Bisher haben wir nur die Erscheinungen in der Wundspalte selbst nach verschiedenen Arten der Schnittführung und nach Verlauf verschiedener Zeiträume in's Auge gefasst und dabei namentlich Gelegenheit gehabt zu constatiren, dass die Elemente, welche die primäre Vereinigung bewirken, nicht von dem Hornhautgewebe selbst geliefert werden:

Etwas verschieden verhalten sich mit Bezug auf diesen Punkt die ganz peripherisch gelegenen Partien der Cornea, insbesondere der Limbus cornea, wo das eigentliche Hornhautgewebe sich im Uebergang zum Bindegewebe der Sclera befindet. Die tiefgehende Epithelauskleidung der Wundspalte wird hier vermisst, vielmehr findet man als Ausdruck der primären Vereinigung stets den homogenen, glänzenden, feinen Streifen, in dem man die minimale An- deutung eines plastischen Exsudates erkennen kann.

Wir haben nun die Vorgänge kennen zu lernen, welche sich während der Heilung im Hornhautgewebe selbst abwickeln, das sich dabei keineswegs ganz passiv verhält. Das Meiste lebren in dieser Beziehung Flächenschnitte in verschiedenen Ebenen, da die Profilansichten dafür weniger instructiv sind.

Es handelt sich namentlich darum, kennen zu lernen, ob die Entzündung der Hornhaut ein zum Zustandekommen der Heilung einfacher Schnittwunden ein nothwendiger Vorgang ist, oder ob sie sich nicht als blosses Accidens hinzugesellt veranlasst durch be-

¹⁾ Die Bildung eines Fibrinpropfes in der trichterförmigen Wundspalte bleibt hier offenbar deswegen aus, weil durch die punktförmige Stichöffnung am Hornhautrand der Abfluss des Humor aqueus entweder gar nicht oder nur theilweise stattfindet.

sondere Umstände und ob wir nicht im Gegentheil die Regeneration durch das Hinzutreten von Entzündungerscheinungen verzögert sehen.

Untersucht man eine Cornea, die durch einen einfachen Linearschnitt verletzt ist, nach 24 Stunden auf Flächenschnitten, so findet man die Schnittlinie als ein mehr oder weniger breites Band wieder, das in vergoldeten Präparaten stets dunkler gefärbt ist als die Umgebung und in dem die einzelnen Epithelzellen stets leicht erkannt werden. Ist der Schnitt nicht zu ausgedehnt und die Wunde nicht perforirend, so trifft man das angrenzende Hornhautgewebe fast immer ohne alle Veränderung an. Weder sind eingewanderte Elemente, noch degenerative Erscheinungen an den Hornhautkörpern zu sehen, sie selbst und das Netz ihrer Ausläufer können öfter bis in die unmittelbare Nähe der die Wundspalte auskleidenden Epithelien verfolgt werden.

Vergleichen wir dagegen Präparate von perforirenden Schnittwunden nach 24 Stunden, so treffen wir diese fast absolute Nichtbetheiligung des Hornhautgewebes schon viel seltener an. Gewöhnlich ist schon der Zusammenhang der Wundränder viel lockerer, es gelingt auf Flächenschnitten nur mit besonderen Vorsichtsmaassregeln dieselben im Contact zu erhalten. Die angrenzende Zone des Hornhautgewebes trifft man durchsetzt von Rundzellen, sowie den so charakteristischen spießförmigen Figuren, die aber zu dieser Zeit noch spärlich sich vorfinden. Ihr erstes Auftreten erkennt man in der Erscheinung sehr feiner, kernloser, geradliniger Fäden, deren Längsrichtung sich unter spitzen Winkeln in verschiedenen Ebenen kreuzt. Andere haben bereits eine deutliche Spindelform. An der breitesten Stelle ist ein Kern vorhanden, oft auch mehrere, dicht hintereinander gereiht. Innerhalb der Zone dieser spindelförmigen Elemente ist von normalen Hornhautkörpern nichts mehr zu sehen, das ganze Netz ihrer Ausläufer ist verschwunden, höchstens sieht man noch da und dort eine Zelle mit reducirtem und gezacktem Protoplasma, deren Kern dem eines Hornhautkörpers entspricht. Davon, dass die oben erwähnten Elemente, sowohl die runden, als die fädigen und spindelförmigen von den normalen Hornhautkörpern abstammten, habe ich mich niemals überzeugen können. Ebenso wenig kann ich mit Sicherheit sagen, dass ich sie hätte einwandern sehen. Da sie aber in der ganzen übrigen Hornhaut, die bei sol-

chen Präparaten noch ein völlig normales Ansehen bietet, vermisst werden, und nur da auftreten, wo die Vereinigung der Wundspalte eine lockere ist, so möchte ich sie am ehesten für direct aus der Wundspalte stammende Elemente des Conjunctivalsacks oder für Abkömmlinge solcher halten.

Hornhäute, die das geschilderte Verhalten zeigen, bieten makroskopisch noch keine Trübung weder um die Wundspalte noch am Rande.

Diese Erscheinungen stellen nun allerdings schon den leichtesten Grad derjenigen dar, welche die Hornhautentzündung charakterisiren und da es sich noch um ein einfaches, uncomplicirtes Trauma handelt, könnte man dennoch glauben, sie wären nothwendig mit der Wundheilung verbunden als einfache Folge des traumatischen Reizes. Auf der anderen Seite haben wir aber gesehen, dass diese Erscheinungen mit den Vorgängen, die sich in der Wundspalte selbst abspielen, und welche die Vereinigung bewirken, in absolut keiner Beziehung stehen und anderseits, dass sie vollständig fehlen bei nicht penetrirenden Wunden. Es ist daher wohl gerechtfertigt, sie als Complication aufzufassen, die durch die ungünstigeren Verhältnisse einer penetrirenden Hornhautwunde begründet ist.

Hat nun ausser der einfachen Gewebstrennung noch irgend eine weitere Reizung stattgefunden, sei es, dass die Schnittränder gequetscht wurden, wenn die Trennung mit einem stumpfen Instrument stattfand, sei es, dass die Wunde nicht durch Schluss der Lider von äusseren Einflüssen geschützt war, so tritt nach 24 Stunden eine deutliche Trübung um die Wunde auf, die in den nächsten Tagen an Intensität zunimmt. Ohne dass in der Wundspalte selbst wesentliche Abweichungen vom gewöhnlichen Verhalten zu beobachten wären, zeigen sich im umgebenden Bezirke und in der ganzen Hornhaut alsdann deutlich die Erscheinungen der Entzündung. Neben den normalen Hornhautkörpern findet man zahllose Eiterkörper, die sich besonders dicht um die Wundspalte anhäufen, dort nur selten in ihrer ursprünglichen, rundlichen Form angetroffen werden, sondern fast immer jene fädige, spiess- oder spindelförmige Gestalt annehmen. Oft häufen sich diese Elemente dermaassen, dass das Bild eines engmaschigen Gitterwerks durch die sich in verschiedener Tiefe unter spitzen Winkeln kreuzenden Züge von Spindeln zu Stande kommt.

Die angegebenen Erscheinungen mögen genügen, um zu zeigen, dass die Form dieser accidentell traumatischen Entzündung nichts Besonderes an sich hat, sondern mit der nach anderen Reizen auftretenden völlig übereinstimmt. Ihre Discussion kann hier also füglich übergegangen werden, da Reizversuche durch Aetzungen etc. viel brauchbarer sind, um den Entzündungsprozess nach Form und zeitlicher Folge genau zu studiren.

Die späteren Stadien des Heilungsprozesses vom 3., 4. Tag an gestalten sich ziemlich gleichförmig, wie auch die Wunde von Anfang an beschaffen war. Da ich den von Anderen gegebenen Beschreibungen für diese Zeit gerade nichts wesentlich Neues beizufügen habe, möchte ich blos noch auf einige Punkte aufmerksam machen, die sich auf kleinere Abweichungen beziehen.

Die Ausfüllungsmasse der Wundspalte besteht in dieser Zeit und bis nach Ablauf von 8 Tagen, ja selbst länger, aus einem dichten Filz sehr feiner kurzer Fäserchen, die in den verschiedensten Richtungen (keineswegs etwa parallel der Wunde) durch einander laufen. In diesen Filz eingeschlossen trifft man eine grosse Anzahl von Kernen, von denen die kleinste Anzahl noch einen sehr schmalen Protoplasmasaum besitzt und die vermutlich die Residuen der Anfangs die Windspalte auskleidenden Epithelien sind. Andere zellige Elemente als Epithelien, die in die Wundspalte eintraten, seien es Abkömmlinge von Hornhaut- oder Eiterkörpern, habe ich nicht mit Sicherheit beobachtet.

Die an die Wunde angrenzende Zone des Hornhautgewebes zeigt in dieser Periode eine grosse Zahl parallel laufender, dichter, mit Gold sich dunkel färbender, lang ausgezogener Spindeln, deren Zusammenhang mit voluminösen, in Proliferation begriffenen Hornhautkörpern, wie sie sich in dieser Zeit reichlich in der Nähe der Wunde finden, oft nachzuweisen ist. Die Ansammlung dieser grossen, reichlich verästigten Hornhautkörper zu einer Zeit, wo die Entzündung, wenn sie vorhanden war, schon rückgängig geworden ist und ihr Auftreten in Hornhäuten, die überhaupt keine Entzündungsscheinungen beobachten liessen, ferner ihre langsame, allmähliche Vermehrung deuten entschieden auf einen rein regenerativen Vorgang.

Leider wollte es mir nie mit Sicherheit gelingen, den Zusammenhang ihrer Ansläufe mit der die Wundspalte ausfüllenden

Fasermasse direct nachzuweisen, obschon ich diesen Zusammenhang für sehr wahrscheinlich halte. Die definitive Narbe schliesst keine epithelialen Elemente mehr ein, diese werden vielmehr durch das sich bildende Fasernetz zur Atrophie gebracht. Ihre Persistenz ist bekanntermaassen eine sehr lange, wenn sie sich auch in der Breitenausdehnung immer mehr mit der Zeit reducirt.

Ueberblicke ich noch einmal die hauptsächlichsten Punkte, die ich betonen möchte, so sind es folgende:

1. Die Substanz, welche die Schnitträder einer nicht penetrirenden Hornhautwunde am ersten Tag vereinigt, besteht aus nichts Anderem als aus neugebildetem Epithel.
2. Bei penetrirenden Hornhautwunden kleidet das neugebildete Epithel die Wundspalte mindestens zu zwei Dritteln ihrer Tiefe aus.
3. Die zelligen Elemente der eigentlichen Hornhautsubstanz tragen in den ersten Tagen nichts zur Vereinigung bei.
4. Entzündung der Hornhaut tritt nach einfachen Schnittwunden nicht auf, sie ist immer die Folge einer accidentellen Reizung und hindert stets den eigentlichen Heilungsprozess.

Die starke Beteiligung des Epithels bei der Vereinigung der Hornhautwunden ist übrigens schon früheren Beobachtern aufgefallen. Schon der Erklärungsversuch von Güterbock, den ich zu Anfang erwähnt, weist darauf hin, ferner die Idee Gussenbauers¹⁾), eine epitheliale Transformation der angeblich von den Hornhautzellen abstammenden Elemente in der Wundspalte anzunehmen. Wie es sich mit der ersten dieser Erklärungen verhält, haben wir schon oben gesehen und für die zweite konnte ich, abgesehen von ihrer Unwahrscheinlichkeit a priori, auch nicht irgend einen Anhalt durch die Beobachtung finden.

Uebrigens möchte ich diese grosse Proliferationsfähigkeit des Epithels für etwas der Hornhaut Eigenthümliches halten. Schon oben zeigte ich, wie dieselbe gegen den Limbus cornea hin schwächer wird und bei der Wundheilung anderer Regionen wissen wir bis jetzt von nichts Analogem. So berichten weder Thiersch²⁾ noch Gussenbauer³⁾ bei Heilung von Zungenwunden von einer besonderen epithelialen Proliferation. Deswegen glaube ich auch

¹⁾ Archiv für klinische Chirurgie. 1873.

²⁾ Handbuch der allgemeinen und speciellen Chirurgie von Pitha u. Billroth.

³⁾ Archiv für klinische Chirurgie 1871.

nicht, dass es zulässig sei, den beobachteten Heilungsmodus der Hornhautwunden ohne Weiteres auch für andere Regionen anzunehmen.

Die Regenerationsfähigkeit des eigentlichen Hornhautgewebes wurde schon vor längerer Zeit von Donders¹⁾) beobachtet, der nach Abtragung oberflächlicher Schichten der Cornea nicht nur eine rasche Regeneration des Epithels ohne Entzündungserscheinungen, sondern auch eine Regeneration des eigentlichen Hornhautgewebes durch Bildung neuer Schichten, die sich seitlich unter dem neu gebildeten Epithel vorschieben, constatirte.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass die mitgetheilten Beobachtungen sich auf die Cornea des Kaninchens beziehen und die Goldmethode fast ausschliesslich zur Verwendung kam.

Herrn Professor Eberth, in dessen Laboratorium die kleine Arbeit ausgeführt wurde, sage ich für seine freundliche Unterstützung bei derselben, sowie für die Zeichnungen, meinen herzlichen Dank.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

- Fig. 1. Hornhaut unmittelbar nach Anlegung einer nicht penetrirenden Schnittwunde. Syst. II. Hartnack. Eingeschobener Tubus. Camera lucida.
- Fig. 2. 4 Tage alte nicht penetrirende Schnittwunde der Hornhaut. a Wuchernde Hornhautkörper im Grund und Rand der Wunde. b Wuchernder Epithelzapfen. Syst. V. Hartnack. Camera. Eingeschobener Tubus.
- Fig. 3. Penetrirende Schnittwunde der Hornhaut nach 4 Tagen. a Epithelzapfen. b Schicht aus platten Epithelzellen. Dieselbe grenzt unmittelbar an die wuchernden Hornhautkörper an. c Wuchernde Hornhautkörper. d Fibrinpfropf im hinteren Abschnitt der Wundspalte. e Membrana Descemeti. e' Descemet'sches Endothel. f Randwucherung der Descemet'schen Zellen. Syst. IV. Hartnack. Camera.

¹⁾ Holländische Beiträge zu den anatomischen u. physiologischen Wissenschaften 1848. S. 387.
