Kriegschirurgische Mitteilungen aus dem Völkerrkriege 1914/17.

Aus den Feldlazaretten des XIV. Reservekorps.

Nr. 56. Über Verbrennungen durch Granatsplitter.

Von Dr. W. Jehn, Assistent der chirurg. Klinik Zürich.

(Prof. Dr. F. Sauerbruch.)

Trotz ihrer Unregelmäßigkeit in Größe und Form, verursachen Granatsplitter äußerst charakteristische Wunden.

Sehen wir von der großen Zahl tödlicher Verletzungen ab, die entweder den Getroffenen in Stücke reißen, den Schädel zertrümmern, große Blutgefäße und bluthaltige Organe aufreißen, die Brust- und Bauchhöhle breit eröffnen und ihre Eingeweide zerfetzen, so können wir unter den nicht sofort tödlichen, die in ärztliche Behandlung gelangen, bestimmte Formen erkennen.

Entweder hat der Splitter als Tangentialschuß den Verletzten im Vorbeifliegen getroffen, dann setzt es Substanzverluste von oft erschreckender Ausdehnung, oder aber er durchschlägt als Durchschuß den menschlichen Körper, dann hängt die Schwere der Verletzung von der Wichtigkeit der getroffenen Organe für das Leben ab. Reicht die ihm innewohnende lebendige Kraft jedoch nicht mehr aus, den Körper vollständig zu durchdringen, so stellt die Verletzung einen Stackschuß dar.

Alle diese Wunden haben zunächst das gemeinsam, daß sie Rißwunden sind: Das Gewebe ist in unregelmäßigster Form zerfetzt. Am deutlichsten erkennen wir dies bei der Abreißung ganzer Gliedmaßen: Der Knochen ist in breiter Ausdehnung zersplittert, die Muskulatur und vor allem die derberen Fascien und Sehnen hängen als fetzige Massen am Stumpfe. Die Haut ist entweder vollkommen weggerissen, oder hängt zerfetzt über Muskulatur und Knochen herunter.

Sodann wird durch die dem Splitter innewohnende lebendige

Kraft das Gewebe durch Sprengwirkung in voller Ausdehnung geschädigt. Wir können daher an diesen Wunden die deutlichen Merkmale der *Quetschwunden* feststellen: Das Gewebe ist in breiter Zone um die Wunde herum hämorrhagisch infiltriert und zertrümmert, stellenweise verfällt es infolgedessen sehr bald der Nekrose. Vor allem sehen wir diese Veränderungen an parenchymatösen Organen, wie dem Gehirn: von Struktur ist da nichts mehr zu erkennen, vielmehr stellt das zertrümmerte Organ eine breiige, blutige Masse dar.

Sehen wir jedoch genauer zu, so können wir fast in allen Fällen von Granatverletzungen beim Tangential- und Durchschuß, besonders aber beim Steckschuß die typischen Merkmale der *Brandwunden* erkennen: vor allem zeigt die Muskulatur, besonders wenn es sich um einen Steckschuß handelt, in der Umgebung des Splitters eine graurote, trübe Farbe, sie ist matschig, wie gekocht. Sie blutet fast nie, nur wenn größere Gefäße verletzt sind. Dagegen sondert sie meist sehr bald nach der Verletzung eine trübe, klebrige, fadriechende Flüssigkeit ab. Die sie bedeckenden Fascien sind, wohl wegen ihres Reichtums an Bindegewebssubstanzen, weniger verändert: sie sind leicht aufgelockert und von gelblich grauer Farbe. Die darüber liegende Haut zeigt meist nur die Merkmale der Quetschung, gelegentlich jedoch läßt ihre weiße Farbe und hier und da auch mal Blasenbildung ihre Schädigung durch Verbrennungen II. und III. Grades erkennen.

Diese Wunden stellen nicht nur ihrem Aussehen, sondern vor allem ihrem Verlaufe nach äußerst schwere Verletzungen dar: In günstiger verlaufenden Fällen kommt es sehr bald zu ausgedehnter, langdauernder Sequestrierung der nekrotischen Gewebe unter profuser Eitersekretion. Heilung tritt in diesen Fällen nur unter Hinterlassung großer Substanzverluste und Narben ein. In weniger günstig verlaufenden Fällen, vor allem, wenn es zur Infektion kommt, und dies ist in der Regel der Fall, entwickeln sich aus oft nur kleinen Wunden schwere Phlegmonen, die jedoch sachgemäß behandelt, ausheilen. In den schwerverlaufenden sehen wir den Schrecken der Lazarette, die Gasphlegmone, mit ihrem hohen Prozentsatz von Mortalität sich entwickeln.

Die Ansicht, daß es sich bei Granatsplitterwunden neben den

durch Riß und Stoß im Gewebe hervorgerufenen Veränderungen um Verbrennungen II. und III. Grades handelt, hat wohl als erster Sauerbruch auf einem der „Liller Kriegsabende“ bereits im Frühjahr 1915 ausgesprochen. Noch während Fertigstellung dieser Arbeit erschien eine Abhandlung von Magnus¹⁾ die in präziser Weise „die Verbrennung durch das Geschloß“ bespricht.

Doch wie kommen diese Verbrennungen zustande? Als Ursache kann wohl nur der Granatsplitter angesehen werden. Und, wenn dies der Fall ist, muß er eben so heiß sein, daß er verbrennen kann, dann muß er aber auch andererseits, wenn er lebende Gewebe abtötet, steril sein! Dem widerspricht aber die Tatsache, daß Granatwunden fast stets infiziert sind und daß besonders häufig Infektionen bei ihnen sich entwickeln.

Alle diese Fragen lassen sich präzise beantworten: Als Truppenarzt hatte ich Gelegenheit, kürzere und längere Zeit nach einer jeweiligen Beschießung mich davon zu überzeugen, daß die im Boden steckenden Granatsplitter so heiß waren, daß man sie nicht anfassen konnte, beim Versuche sie aufzuheben. Die gleiche Beobachtung machten Mannschaften und Offiziere unserer Truppenteile.

Die Erklärung dieser Tatsache ist sehr einfach. Das durch das Geschützrohr sausende Geschloß wird durch Reibung an den Zügen der Kanone erhitzt. Hinzu kommt nach Magnus, daß das Pulver unter Entwicklung einer Temperatur bis zu 3300 Grad verbrennt und daß sich von dieser Hitze ein Teil dem Geschloß mitteilt. Dann schlägt das Geschloß auf, in diesem Augenblicke wird lebendige Kraft in Wärme umgesetzt. Es folgt die Explosion der Sprengladung, deren Gase eine Temperatur bis zu 3300 Grad erreichen können. Und schließlich wird eine gewisse Menge Wärme beim Aufschlagen der Splitter durch Reibung erzeugt. — Wir sehen, der Wärmequellen gibt es genug. Den größten Teil seiner Temperatur dürfte indessen der Splitter beim Passieren der Granate durch das Geschützrohr in sich aufnehmen. So erklärt sich restlos die hohe Temperatur des Granatsplitters.

Unsere Versuche, von Verwundeten durch die Anamnese weitere Auskunft über diese Frage zu erhalten, schlugen fast alle

1) Med. Klinik 1912. Nr. 45.

fehl. Meist erklärten sie, sie seien so erschreckt gewesen, daß sie zunächst an gar nichts gedacht hätten, andere gaben an, nur einen Schlag verspürt zu haben, ein großer Teil war nach der Verwundung so sehr im Chok, daß eine zuverlässige Antwort nicht erwartet werden konnte.

Umso wertvoller waren für uns die Angaben eines durch einen großen Splitter verhältnismäßig leicht Verletzten, er sagte uns, daß er sich einen 3,7 cm langen Splitter, den er als Andenken bei sich trug, selbst aus der Wade herausgezogen habe. Auf besonderes Befragen gab er an, daß dieser Splitter sehr heiß gewesen sei. Seine Wunde zeigte äußerst charakteristisch die oben beschriebenen Verbrennungserscheinungen. Bei allen anderen von uns befragten Verwundeten ließ, wie gesagt, regelmäßig die Annahme im Stich. Umso eindeutiger war fast regelmäßig der Befund. Jedesmal zeigte die Muskulatur eine graurote Farbe, eine weiche Konsistenz und ein gekochtes Aussehen. Fast jedesmal entleerte die Wunde dieses eigentümliche, klebrige, fadriechende, graurote Transsudat, vor allem dann, wenn in der so veränderten Muskulatur sich tief eingebettet der Splitter fand.

Wir glauben daher, daß durch Granatsplitter neben der Zerreißung und Zertrümmerung der Gewebe ernste Verbrennungen II. und III. Grades hervorgerufen werden. Daß wir diese Verbrennung vor allem beim Steckschuß und nicht immer beim Tangentialschuß und Durchschuß beobachten, hat wohl seinen Grund darin, daß eben beim Steckschuß der heiße Splitter lange Zeit bis zu seiner Abkühlung in innigster Berührung mit dem Gewebe verbleibt, während er bei den anderen beiden Formen der Granatverletzungen nur Bruchteile von Sekunden lang auf das Gewebe einwirken kann. Hier zerfetzt und zermalmt er in erster Linie das Gewebe, die Verbrennung desselben wird nie so ausgedehnt sein, wie beim Steckschuß.

Nun zeigen aber alle Erfahrungen und Beobachtungen, daß fast alle Granatverletzungen einen bald mittelschweren, bald äußerst schweren Verlauf nehmen:

Zum Teil dürfte diese wohl auf einer Schädigung des Organismus durch Resorption von zertrümmertem Muskelmaterial (Nägeli) und von Verbrennungsprodukten (Heyde) zurückzuführen sein, zum weitaus größten Teil jedoch auf Infektion.

Darin scheint aber ein Widerspruch zu liegen, daß der Granatsplitter einmal so heiß ist, daß er das getroffene Gewebe durch Verbrennung schwer schädigt, dann aber nicht steril sein sollte.

In der Tat müssen wir annehmen, daß er selbst frei von Keimen ist, d. h. daß alle Keime, die an ihm hafteten, durch die Hitze abgetötet wurden und daß die Infektion der Wunden einmal durch mitgerissene Erd- und Holzstückchen, Uniform- und Lederfetzen erfolgt, ein anderes Mal sekundär, beim Fall des Verwundeten, beim Transport zur Verbandstelle oder falls er längere Zeit unverbunden draußen liegen bleibt, durch sonstige Umstände erfolgt. Sind aber erst auf irgendeinem Wege Keime in die Wunde eingedrungen, so wird auf diesem vorzüglichen, buchtenreichen Nährboden am zerfetzten, gequetschten und verbrannten Gewebe die Infektion rasch angehen und sich ausgedehnt entwickeln können.

Von diesem Gesichtspunkt ausgehend, haben wir im Anschluß an das Vorgehen von Sauerbruch, Enderlen, Friedrich, Ritter und anderen schon früh diese Wunden primär angegriffen: Durch Spalten aller Taschen und Excision aller zertrümmerten und verbrannten Gewebsmassen, soweit dies die anatomischen Verhältnisse zuließen, sowie durch Entfernung der Splitter, ein Vorgehen wie es heute wohl in jedem Lazarett geübt wird.

Wohl sehen wir bei diesem Verfahren gelegentlich noch Infektionen, vor allem dann, wenn die Nachbarschaft lebenswichtiger Organe eine radikale Behandlung im oben angeführten Sinne nicht zuläßt, und vor allem dann, wenn die Verwundeten zu spät ins Lazarett kommen. Die weitaus größte Mehrzahl der so behandelten Fälle verläuft jedoch glatt; vor allem glauben wir sagen zu dürfen, daß wir der so gefürchteten Gasphlegmone durch Entziehung des Nährbodens für ihre Keime fast regelmäßig vorbeugt haben.

Fassen wir unsere Ausführungen zusammen, so ist zu sagen, daß bei Granatverletzungen neben der Gewebeschädigung durch Riß und Stoß fast regelmäßig die Schädigung des Gewebes durch Verbrennung beobachtet wird. Sie ist besonders ausgesprochen beim Granatsplittersteckschuß. Sie erfolgt durch heiße Granatsplitter. Diese werden heiß, vorwiegend

durch die Reibung der Granate an den Zügen der Geschütze. Die so gesetzte Schädigung des Gewebes gibt in allen Fällen den Nährboden für schwere Infektion. Diese erfolgte nie durch den Splitter, sondern entweder primär durch mitgerissene bakterienhaltige Fremdkörper oder sekundär von außen. Es ist zu fordern, daß die zerquetschten und verbrannten Gewebsmassen, soweit es die anatomischen Verhältnisse zulassen, radikal baldmöglichst zu excidieren sind.