

Über den Knochenumbau an der menschlichen Schädelbasis nach histologischen Sektionsbefunden (Sellagebiet und Clivus im Bereich der Medianebene)

L. BURKHARDT, R. GOLDSTEIN und H. MASSINGER

Pathologisches Institut des Städt. Krankenhauses rechts der Isar, München

Eingegangen am 29. Januar 1966

Wenn von Knochenumbauvorgängen am menschlichen Schädel die Rede ist, handelt es sich zumeist um die Schädelkalotte, deren Umbau während des Wachstums, nach dessen Beendigung, während des Alterns in neuerer Zeit vielfach Interesse gefunden hat. Grundlegend sind hier die histologischen Befunde von ERDHEIM und BERNSTEIN geworden. In der Folgezeit sind vor allem die Hyperostosen des Schädeldachs als Erscheinung des Alterns im Mittelpunkt vielseitiger Studien gestanden (HENSCHEN, CALAME, BURKHARDT und HARTL). Über histologisch faßbare Umbauvorgänge an der Schädelbasis ist weit weniger bekannt. Das hat bereits ERDHEIM vermerkt.

Man hat bisher zumeist angenommen, daß an der Schädelbasis — bei großer Umbauträgheit im Schädelbereich insgesamt — Abbauvorgänge überwiegen. Daß dies nicht zu allen Zeiten des Lebens gelten kann, ist klar und wurde von ERDHEIM schon betont. Um einen Einblick in die Umbauaktivität an der Schädelbasis, ihre Ausdehnung und qualitativen Verhältnisse, zu erhalten, haben wir in zwei Reihenuntersuchungen einen größeren Teil der Schädelbasis im Medianbereich unter diesen Gesichtspunkten erfaßt.

Entsprechende Knochenteile wurden bei der Sektion — ohne Auslese nach dem Sektionsbefund — entnommen, entkalkt (Methode nach SCHAEFFER) und in Zelloidin eingebettet, die Schnitte mit Eisenhämatoxylin (nach WEIGERT) gefärbt. Die 1. Reihe (MASSINGER, 1961) betraf den Clivusbereich, zunächst auch mit der Frage, wieweit Chordaresten, Chordomkeime, nachweisbar sind. Der Befund blieb in diesem Punkt negativ. Hier sowohl wie im Sellabereich waren besonders bei jüngeren Personen nur alte Knorpelreste gelegentlich nachweisbar. Die 2. Reihe (GOLDSTEIN, 1963) erfaßte die Sella in Medianschnitten mit dem nach vorn angrenzenden Anteil des Schädelgrundes bis in die Gegend der Crista galli und mit dem Dorsum sellae. Die Sellamessungen, die dabei vorgenommen wurden, sind einer Auswertung noch vorbehalten. Die histologische Beurteilung geschah einheitlich durch den erstgenannten Verfasser (BURKHARDT) um persönliche Unterschiede für das Ergebnis auszuschließen. Hauptpunkt war die histologische Feststellung aktiver Knochenumbaus, maßgebend dafür der Nachweis von Osteoclasten und (oder) von Osteoplasten (mit entsprechenden Resorptionslacunen bzw. von Knochenapposition). Fragliche Befunde wurden im Endergebnis als negativ bewertet. Dazu gehören Merkmale einer zur Ruhe gekommenen Umbautätigkeit (ERDHEIM). Aktiver Umbau war einmal festzustellen in Form von Resorption-Apposition an der duralen Knochenoberfläche, ferner an der Oberfläche von Spongiosabälkchen im Knocheninnern, zumeist aber in Form von Bauplätzen (PETERSEN) innerhalb der Knochenrindenschicht, die gegenüber dem Fettmark und dem blutbildenden Knochenmark im übrigen regelmäßig ausgezeichnet waren durch ein feinfibröses Mark mit Osteoclasten und (oder) Osteoplasten.

Die Altersverteilung der untersuchten Fälle ist durch ein ziemlich hohes Durchschnittsalter gekennzeichnet. Befunde aus dem Kindesalter wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Im Alter unter 20 Jahren sind nur ein 15jähriger, drei 17jährige und ein 18jähriger.

Die 1. Gruppe (Clivusbereich) umfaßt 96 Fälle, zu gleichen Teilen männlich und weiblich, mit einem Durchschnittsalter von männlich 57 Jahren, weiblich 64 Jahren. 2. Gruppe (Sellabereich): Gesamtzahl 83, davon 57 männlich, 26 weiblich. Durchschnittsalter für männlich und weiblich 61 Jahre. Die Altersverteilung stimmt in beiden Gruppen annähernd überein mit einem etwas höheren Durchschnitt in der 2. Gruppe. Die Charakterisierung durch den pathologischen Hauptbefund entspricht der Altersgliederung. Gehäuft kommen arteriosklerotische Gefäßerkrankungen vor mit ihren Folgeerscheinungen nebst anderen Altersleiden wie Prostatahypertrophie, Diabetes mellitus, u.a. auch Adipositas, ferner aber auch Unfälle mit ihren Folgen, dazu vor allem aber maligne Neubildungen, wobei die als besonders häufig bekannten die Spitze bilden. Hier interessiert zunächst, welche Befunde in den durch Nachweis aktiven Knochenumbaus ausgezeichneten Fällen etwa gehäuft aufgetreten sind. Die Häufigkeit aktiven Umbaus an den einzelnen Knochenentnahmestellen aus der Schädelbasis zeigt erhebliche Verschiedenheiten, worauf am Schluß als Hauptpunkt der hier vorgelegten Ergebnisse noch genauer einzugehen ist.

In der 1. Gruppe (Clivusbereich) war aktiver Umbau in 18% der Fälle nachweisbar, etwa gleich häufig in beiden Geschlechtern. Während aber der Altersdurchschnitt in den männlichen Fällen mit und ohne Umbaunachweis annähernd gleich ist, liegt er in den weiblichen Fällen mit Umbau wesentlich niedriger (47 Jahre gegenüber 64 Jahren insgesamt).

In der 2. Gruppe (Sellabereich) ist die Umbaurate etwa dreimal so hoch (57%), auch hier etwa gleich für männliche und weibliche Fälle. Alters- und Geschlechtsunterschiede sind hier für den Altersdurchschnitt nicht festzustellen. Doch ist die Zahl der weiblichen Fälle in dieser Gruppe — aus Zufallsgründen — gegenüber den männlichen viel kleiner (57 männliche zu 26 weiblichen). Was Beziehungen zwischen Umbaurate und Allgemeinbefund betrifft, ist zunächst mehrfaches Vorkommen von Folgezuständen einer Gravidität unter den Fällen der 1. Gruppe mit aktivem Umbau bemerkenswert (Encephalopathia haemorrhagica bei Gravidität: S. 296/61, Placenta praevia: S. 154/61, Schwangerschaftstoxikose: S. 165/61). Das sind alle Schwangerschaftsfälle in beiden Gruppen zusammengekommen. Hier kommt die Aktivierung des Knochenumbaus als Folge der an die Gravidität gebundenen hormonalen Umstellung zum Ausdruck. Maligne Neubildungen (Carcinome, Sarkome) sind unter unseren Fällen mit aktivem Knochenumbau an der Schädelbasis nicht gehäuft, verhältnismäßig sogar selten:

In der 1. Gruppe (Clivusbereich) treffen nur 2 von insgesamt 27 malignen Tumoren (ca. 7,5%) auf Fälle mit aktivem Umbaunachweis (bei zufälliger Verteilung wären ca. 20% zu erwarten), in der 2. Gruppe (Sellabereich) sind es 9 von insgesamt 21 malignen Tumoren, die auf Fälle mit aktivem Umbaunachweis kommen (ca. 43% gegenüber erwartungsgemäß ca. 60% bei zufälliger Verteilung). In einem einzigen dieser Tumorbefunde, bei einem metastasierenden Prostatacarcinom, war der Knochenumbau offenbar durch metastatisches Carcinomwachstum in der Schädelbasis angeregt (S. 231/61, 71jährig, männlich: Nachweis diffuser Knochencaresinose im Clivusbereich mit ausgedehnten aktivem Knochenumbau — An- und Abbau). Bei einem Bronchuscarcinom (nicht metastasierend) bestand aktiver, vorwiegend osteoclastischer Knochenumbau mit „Paget“-ähnlicher Knochenstruktur am Sellaboden, dem Gesamtbefund nach wahrscheinlich in ursächlichem Zusammenhang mit erheblicher venöser Einflußstauung bei schon seit Monaten festgestellter Stenosierung der V. cava sup. (S. 23/63, 53jährig, männlich).

Gesamthaft ist festzustellen, daß malignes Wachstum im allgemeinen mit seinen Folgen (Marasmus) keinen fördernden Einfluß erkennen läßt auf Knochenumbauvorgänge an der Schädelbasis, die unter diesen Umständen vielmehr gehemmt erscheinen.

Beachtenswert erschien im übrigen eine Häufung von Fällen *chronischer Stauungscyanose*, chronischer Endokarditis, Cor pulmonale in den Gruppen mit aktivem Knochenumbau an der Schädelbasis. Nahezu $\frac{1}{5}$ aller Befunde von aktivem Knochenumbau fand sich kombiniert mit derartigen Stauungszuständen.

Beispiele: S. 243/61, 58jährig männlich: Chronische Endokarditis. Clivus: aktive Abbauserde besonders im sellanahen Bereich. — S. 244/61, 58jährig, männlich: chronische Lungentuberkulose. Clivus mit aktiven Bauplätzen besonders im sellanäheren Abschnitt, vorwiegend mit Osteoplasten. — S. 21/63, 52jährig, männlich: chronisches Lungenemphysem, chronische Bronchitis. „Paget“-ähnlicher Knochenumbau im Sellabereich (hierzu auch der bereits erwähnte Fall S. 23/63).

Steigerung histologisch nachweisbaren Knochenumbaus bei chronischer Stauungscyanose (Osteopathie pneumique) mit „Paget“-ähnlichen Knochenstrukturen ist bereits für die Endphalanx bei Trommelschlegelfingern näher beschrieben (BURKHARDT). — Findet hier schließlich noch ein Fall Erwähnung, in dem die Schädelbasis (Sellabereich) das voll entwickelte Bild des Morbus Paget bot, so sind damit wohl so ziemlich die in diesem Zusammenhang besonders interessierenden klinisch-pathologischen Befunde in den beiden Serien erfaßt. Diese Schädelbasis ist von einem 80jährigen (S. 31/63) und zeigt lebhaften, aktiven Umbau in der ganzen Sellaregion mit charakteristischer Deformation des Knochens unter Beteiligung von Schädeldach und -basis, sowie des Femur beiderseits.

Überblickt man die vorliegenden mikroskopischen Knochenbefunde, so kommt man zu dem Schluß, daß auch die knöcherne Schädelbasis in den lebenslänglichen Vorgang der Knochensubstanzerneuerung des menschlichen Skelets einbezogen ist — und zwar in der typischen, histologisch nachweisbaren Form mit Abbau durch Osteoclasten, Anbau durch Osteoplasten. Der Vorgang erscheint bei gewissen Körperzuständen, besonders bei chronischer Stauungscyanose, bei bestimmten Knochenkrankungen, unter hormonalen Einflüssen, beschleunigt, bei anderen Zuständen, häufig wohl bei auszehrenden Krankheiten, verlangsamt. Wird von Umbauträgheit an der Schädelbasis gesprochen, so ist zu beachten, daß doch in mehr als der Hälfte der Fälle aktiver Umbau im Sellabereich nachweisbar war. Im Clivusbereich ist es etwa der fünfte Teil der Fälle. Das sind aber nur die Befunde, in denen das Knochengewebe bei aktiven Umbauvorgängen gleichsam ertappt werden konnte. Wollte man solche hinzunehmen, die auf einen möglicherweise zur Ruhe gekommenen Umbau schließen ließen und nicht ganz eindeutig erschienen, wäre der Prozentsatz erheblich größer. Das Ausmaß des Knochenumbaus wechselt von Fall zu Fall. Das Minimum ist eine umschriebene Baustelle mit dem entsprechenden Zellbild, das Maximum eine ganze Anzahl von Bauplätzen in fast diffuser Verteilung. Man darf nicht vergessen, daß es sich hier gleichsam um Momentaufnahmen handelt, worin jeweils eine zufällige Augenblickssituation der histologischen Knochenstruktur angetroffen und festgehalten ist. Wenn häufiger Osteoclasten als Osteoplasten aktiviert anzutreffen sind, so mag die Erklärung wohl auch darin liegen, daß Knochenresorption mehr Zeit in Anspruch nimmt als Knochenapposition entsprechenden Ausmaßes.

Hier geht es zuletzt darum, aus einer größeren Zahl derartiger Momentbilder Durchschnittswerte abzuleiten für ein Urteil über die regionale Häufigkeitsverteilung aktiven Knochenumbaus an der Schädelbasis in den erfaßten

Regionen. Für je drei Abschnitte des Sella- und Clivusbereiches wurde die prozentuale Häufigkeit nachgewiesenen aktiven Knochenumbaus festgestellt. Im Sellabereich sind es die vordere Sellabegrenzung, der Sellaboden und das Dorsum sellae, im Clivusbereich der sellanächste, der mittlere und der an das Foramen magnum angrenzende Abschnitt (je etwa $\frac{1}{3}$). Daraus ergibt sich ein Diagramm (Abb. 1), das ein Gefälle der Umbauaktivität zur Anschauung bringt. Besonders häufig ist danach der Sellaboden Schauplatz von Knochenumbauvorgängen, mit 29% nahezu einem Drittel der untersuchten Präparate. Es folgt das Dorsum sellae mit 24%, an nächsten Stelle die vordere Begrenzung (19%), während im

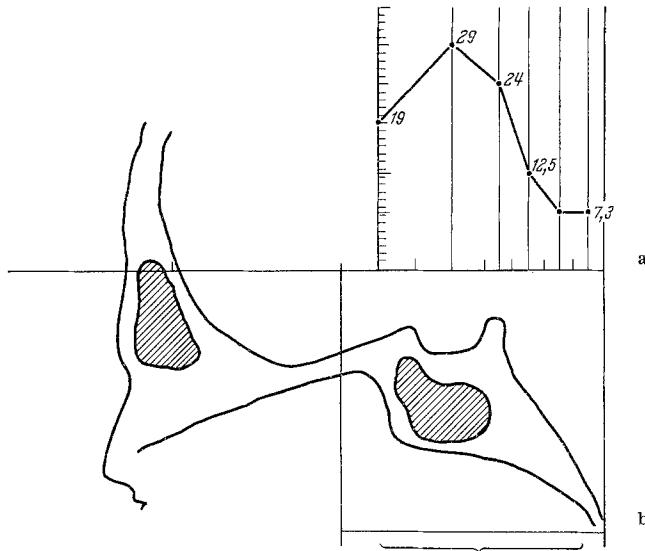


Abb. 1a u. b. Verteilung der durchschnittlichen Häufigkeit aktiven Knochenumbaus an der Schädelbasis des Erwachsenen (Sella- und Clivusbereich in dem durch — bezeichneten Gesamtabschnitt). a Halbschematischer Medianschnitt durch Schädelbasis (Stirn- und Keilbeinhöhle schraffiert, Sellalehne etwas zurückgebogen zur Darstellung der Teilstrecken). b Die Prozentzahlen der durchschnittlichen Häufigkeit aktiven Umbaus. Die Ordinaten bezeichnen etwa die Mitte des jeweiligen Teilabschnittes, für den der betreffende Prozentwert errechnet wurde

Clivusbereich die Aktivität stark absinkt, über 12,5% auf etwa 7% in occipitaler Richtung. Der Sellaboden erscheint als Zentrum geringster Stabilität der Knochenstruktur, als ein Spannungszentrum der Schädelbasis. Nach vorn und nach hinten nimmt die Stabilität zu, wobei aber die Sattellehne noch als ein Ort gehäufte Umbauaktivität erscheint. Wer Strukturänderungen der Schädelbasis bei Steigerung des Schädelbinnendruckes vom Röntgenbefund her kennt (ausführlich zusammenfassend hierzu TÖNNIS und FRIEDMANN), wird von diesem an sich in der hier vorgelegten Form neuen Ergebnis kaum überrascht sein. Denn die Auswertung des Röntgenbefundes hat gelehrt, daß bei solchen Zuständen Sellaboden und Sellalehne am häufigsten kennzeichnende Alterationen der Knochenstruktur im Röntgenbild aufweisen. Dazu wäre noch anzumerken, daß intrakranielle Druckschwankungen sicher ein wichtiges, aber gewiß nicht das einzige auslösende Moment darstellen für Spannungsänderungen und daraus folgende Unstetigkeiten der makro- und mikroskopischen Knochenstruktur. Es ist sehr wahrscheinlich, wenngleich noch zu beweisen, daß ein gleichartiges Gefälle

bei entsprechenden Untersuchungen von Frontalschnitten durch die Schädelbasis im Sellabereich um Vorschein kommen würde. Denn das Felsenbein kann sicher als besonders stabiles Bauelement der Schädelbasis gelten.

Zusammenfassung

In zwei Reihenuntersuchungen (Sellabereich und Clivusbereich — Median-schnitte) wird die Aktivität des Knochenumbaus an der Schädelbasis beim erwachsenen Menschen vorwiegend in höherem Alter histologisch geprüft. Aktiver Umbau gilt nur da als nachgewiesen, wo Osteoclasten und (oder) Osteoplasten angetroffen werden. Knochenan- und -abbau sind auch an der Schädelbasis nicht selten zu beobachten. Auch die Schädelbasis ist an der zeitlebens sich vollziehenden Knochensubstanzerneuerung im allgemeinen mehr oder minder lebhaft beteiligt. Gehemmt erscheint die Umbauaktivität bei malignen Neubildungen (Kachexie), angeregt bei chronischer Stauungscyanose (Osteopathie pneumique) und unter den besonderen hormonalen Bedingungen der Gravidität. — Es treten wesentliche regionale Unterschiede der Umbauaktivität hervor, ein Gefälle, dessen Zentrum in der Sella gelegen ist. Die Sella stellt sich dar als Region geringster Knochenstabilität im Medianbereich der Schädelbasis. Dieses Ergebnis, das mit Röntgenbefunden bei intrakraniellen Druckschwankungen übereinstimmt, wird graphisch veranschaulicht.

Bone Remodeling of the Base of the Skull as Studied Histologically in Autopsy Material

Summary

The regenerative activity of bone at the base of the skull was studied histologically in two series of persons mostly of advanced ages, using median slices from the sella (series 1) and from the clivus (series 2). Proof of active remodeling of bone was accepted if osteoclasts and/or osteoblasts were present. Our results showed that appositional bone formation and resorption are commonly found in the base of the skull. It acted similarly to other bones in participating actively in the constant renewal of osseous tissue throughout life. Inhibition of new bone formation was observed in cases of malignant neoplasms in the cachectic stage. Stimulation was seen in chronic congestive cyanosis (osteopathie pneumique) and in pregnancy. In the median portion of the cranial base regional differences of bone renewal were demonstrated. The sella was the center of lowest bone stability, with a gradual decline of regenerative activity in the anterior direction, and a still much steeper decline posteriorly. These results are consistent with roentgenologic observations in cases of altered intracranial pressure. The findings are demonstrated graphically.

Literatur

- BERNSTEIN, S. A.: Über den normalen histologischen Aufbau des Schädeldaches. *Z. Anat. Entwickl.-Gesch.* **101**, 652—678 (1933).
BURKHARDT, L.: Über Dichtemessungen am menschlichen Schädeldach als Beitrag zur Kenntnis von Umbauveränderungen und konstitutionellen Verschiedenheiten. *Verh. dtsch. Ges. Path.* **1950**, 275—289.
— „Paget“-ähnliche Strukturbilder bei der pneumonischen Osteopathie. *Verh. dtsch. Ges. Path.* **1958**, 185—188.

CALAME, A.: Le Syndrome de Morgagni-Morel. Etude Anatomo-Clinique. Paris: Masson & Cie. 1951.

ERDHEIM, J.: Der Gehirnschädel in seiner Beziehung zum Gehirn unter normalen und pathologischen Umständen. Virchows Arch. path. Anat. **301**, 763—818 (1938).

HARTL, F., u. L. BURKHARDT: Über Strukturumbau des Skeletes, besonders des Schädeldachs und Schlüsselbeins, beim Erwachsenen und seine Beziehungen zur Hypophyse, nach Maßgabe des spezifischen Gewichtes und histologischen Befundes. Virchows Arch. path. Anat. **322**, 503—528 (1952).

HENSCHEN, F.: Morgagni Syndrome. Hyperostosis frontalis interna, Virilismus, Obesitas. Edinburgh: Oliver & Boyd 1949.

PETERSEN, H.: Die Organe des Skeletsystems. In: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Bd. 2, Teil 2, S. 521—678. Berlin: Springer 1930.

TÖNNIS, W., u. G. FRIEDMANN: Das Röntgenbild des Schädels bei intrakranieller Drucksteigerung im Wachstumsalter. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1964.

Dr. R. GOLDSTEIN
Emek Central Hospital Afula, Israel

Dr. H. MASSINGER
Krankenhaus rechts der Isar, Gynäk. Abt.
8 München 8, Ismaningerstr. 22