

DIE QUANTITATIVEN VERÄNDERUNGEN EINZELNER BESTANDTEILE DES HUMERUS UND DER MANDIBULA WÄHREND DES SENIUMS

D. SCHRANZ

(Eingegangen am 24. März 1960)

In der Literatur findet man mehrere widersprechende Angaben über die biochemischen Wandlungen der Zusammensetzung der Knochen während des Alterns (RECKLINGHAUSEN 1858, TRIEPEL 1908, RADASCH 1921, WETZL 1932, DEAKINS 1944, HANSEN 1954, RUDINU 1957). Zur Klärung dieses Problems habe ich an Oberarmknochen und Unterkiefern makroskopische, röntgenologische und biochemische Untersuchungen durchgeführt.

Die Untersuchungen hinsichtlich der makroskopischen Knochenstruktur haben ergeben, daß beim Vorgang des Alterns die Spongiosastruktur sowohl des Humerus als auch der Mandibula sich lockert. Dies hängt eng mit der Funktionsverminderung zusammen. Als Beweis möchte ich anführen, daß z. B. an Zahnverluststellen oder unter Zähnen, deren Antagonist verloren ging, bald ein Umbau der Trajektorien des Unterkiefers stattfindet (GÁMÁN 1928), die Trabekeln verdünnen sich, ja es tritt sogar Schwund derselben auf, so daß der Knochen an solchen Stellen oft keine charakteristische Strukturzeichnung aufweist.

In den Knochen findet während des ganzen Lebens ein fortwährender Abbau und Anbau statt. Die Erweiterung der Markräume im höheren Alter ist Folge der Osteoporose, welche auch an den proximalen Enden des Humerus älterer Personen wahrgenommen werden kann. Die Altersosteoporose ist eine rein physiologische Involutionerscheinung und beruht im wesentlichen auf einer normal verlaufenden Knochenresorption, aber auf einer durch hormonell bedingten Osteoblasteninsuffizienz gestörten mangelhaften Apposition, d. h., der Ablauf der Resorption ist auch im Alter unverändert, die Bildung von Knochen trabekeln ist aber verlangsamt (BECKER 1958 u. a.). Dadurch erfährt die feste Substanz der Knochen eine Verminderung.

Bekanntlich weist der Knochen eines gealterten Menschen bei unter sonst gleichen Umständen angefertigten Röntgenaufnahmen eine vermehrte Strahlendurchlässigkeit, als derselbe von jüngeren Personen auf. Noch ausdrücklicher ist dies der Fall bei älteren weiblichen Knochen. Diese Eigenart kann man auch an frischen Knochen wahrnehmen, sie kommt aber an Aufnahmen von mazerierten bzw. trockenen Knochen noch deutlicher zum Ausdruck. Man kann aus dieser Erscheinung darauf schließen, daß der Knochen von Bejahrten kalkarmer ist, als der von Jugendlichen. Es scheint daher beim Knochen ein wichtiges Kennzeichen des allgemeinen Alterns: die Schlackenstoffanreicherung.

rung zu fehlen, ja sogar eine Verminderung des Gehaltes an Kalkstoffen zu erfolgen wegen Verfallen der festen Stützstruktur.

Die weiteren Untersuchungen hinsichtlich der Oberarmknochen ergaben, daß man aus dem Gewicht des aus frischen Leichen entnommenen Humerus auf den Vorgang des Alterns überhaupt keine Schlüsse ziehen kann, da die Oberarmknochen gleich schwerer und größer jüngeren und älteren Menschen im allgemeinen das gleiche Gewicht zeigten. Nimmt man dagegen bei der Untersuchung von mazeriertem oder trockenem Knochen einen von einem älteren Menschen stammenden Humerus in die Hand, so wird man denselben oft viel leichter finden, als den Knochen eines jüngeren Menschen.

Zur Klärung dieses auffallenden Unterschiedes habe ich das Gewicht von 674 Oberarmknochen — welche aus frischen Leichen entnommen wurden — zuerst in frischem Zustande, dann nach der Mazeration bestimmt. Danach wurden mehrere Knochen verascht. Dies erfolgt in einem elektrischen Ofen bei 1100° C Temperatur 3—4 Stunden lang und der Aschenrückstand wurde ebenfalls abgewogen. Von den 674 Oberarmknochen wurden 35 männliche und 38 weibliche, insgesamt also 73 Humeri verascht. In Tabelle I werden die Aschenverhältnisse von insgesamt 49 Oberarmknochen veranschaulicht. Es sind die männlichen und weiblichen Humeri gesondert behandelt, unterhalb des 50sten Lebensjahres sind die Verhältnisse nur in zehnjährigen, oberhalb dieses Alters aber in zweijährigen Abständen aufgezeichnet. Aus der Tabelle geht hervor, daß sich in extremen Fällen — vor allem in solchen über 70 Jahren, wenn die Osteoporose aus biologischen Gründen schon ziemlich vorgerückt ist — der Aschenrückstand bei Männern um $\frac{1}{3}$, bei Frauen sogar um $\frac{2}{3}$ vermindern kann, aber auch ganz im allgemeinen ist die Verminderung der Aschenrückstände über 70 Jahre bei den Humeri der Frauen ausdrücklicher als bei den der Männer.

Diese Untersuchungsergebnisse liefern zweifellos einen Beweis dafür, daß es sich im Greisenalter, über 70 um eine vom Grad der Osteoporose abhängige Verminderung des Aschenrückstandes bzw. der Kalkstoffe handelt. Das ist mit der quantitativen Verminderung der festen Substanz zu erklären. Daraus kann man auch folgern, daß bei alten Menschen aller Wahrscheinlichkeit nach mehr der beiden übrigen Bestandteile des Knochens: nämlich des Gewebswassers und der organischen Substanzen (z. B. Knochenmark) vorhanden ist als bei Jugendlichen, sonst könnte ja das Gewicht der frischen Knochen nicht übereinstimmen. PONSOLD (1940) behauptet ebenfalls: »die feste Substanz der Knochen wird mit dem Alter geringer und der Flüssigkeitsgehalt nimmt zu«. In bezug auf das Knochensystem kann man also die Schrumpfung und die Austrocknung nicht als charakteristische Zeichen des Alterns ansehen.

Was wir hinsichtlich des Oberarmknochens festgestellt haben, hat sich auch betreffs des Unterkiefers und anderer Knochen als richtig erwiesen

Tabelle I

Die Aschenverhältnisse des Oberarmknochens während des Alterns
(Knochenasche: frischer Knochen in %)

Alter	Männer	Frauen
20	31,62	32,70
30	29,44	29,03
40	23,53	32,95
50	24,59	28,05
52	32,38	27,11
54	31,14	29,97
56	31,10	28,52
58	26,98	25,10
60	33,09	26,15
62	26,02	27,68
64	25,21	23,13
66	29,45	17,94
68	32,56	21,53
70	32,91	16,66
72	24,44	24,75
74	20,22	21,71
76	27,83	20,14
78	22,10	16,38
80	28,41	20,51
82	23,22	21,19
84	21,96	13,34
86	21,38	17,42
88	24,78	12,54
90		14,88
92		17,38
96		20,03

(HEINRICH 1941); es erfolgt nämlich im hohen Alter eine vermehrte, durch die Progredienz der Osteoporose bestimmte Strahlendurchlässigkeit, eine Versmälnerung der Kortikalis und eine dünne, lockere Struktur der Spongiosa. Aus alledem wird auch die erhöhte Brüchigkeit der Knochen während des Alterns verständlich.

Die oben angeführten Untersuchungsergebnisse, da sie sich auf ein relativ kleines Material stützen, dürfen nur als wegweisend betrachtet werden. Nachdem zwischen dem chronologischen und biologischen Lebensalter gerade

im Senium die größten Abweichungen vorkommen, läßt sich die Osteoporose aus diesem Grunde auch bei Gleichaltrigen in sehr wechselndem Grad vorfinden. Ist der alte Mensch in gutem biologischen Zustand erhalten, d. h. ist die Osteoporose bei ihm kaum vorgeschritten, so kann man trotz dem hohen Lebensalter nicht erwarten, daß die Menge der anorganischen Knochenbestandteile von der der jugendlichen Knochen wesentlich abweicht. Dies ist auch aus Tabelle I ersichtlich. Es wäre von Interesse, diese Frage an größerem Material eingehend zu untersuchen, wobei die aus zahlreichen Knochen verschiedener Altersklassen gewonnenen Mittelwerte bindende Schlüsse zulassen würden, was für eine biologische Streuung den einzelnen Altersgruppen entspricht.

Zusammenfassung

Die allgemeinen Regel der Schlackensubstanzanreicherung, der Schrumpfung und der Austrocknung mit dem Alter besitzen für den Knochen kaum eine Gültigkeit. Bei alten Menschen, und besonders bei Greisen vermindert sich wegen der Osteoporose der Trockensubstanz, bzw. der Kalkstoffgehalt in den Knochen und aller Wahrscheinlichkeit nach vermehren sich das Gewebwasser und auch die organischen Substanzen. Laut unseren Untersuchungen sind diese Änderungen ausgesprochener bei Frauen über 70 Jahren als bei Männern desselben Alters.

LITERATUR

BECKER, R.: (1958) Die Differentialdiagnose und Therapie der Altersosteoporose. *Z. Altersforsch.* 2, 273. — BERNDT, H.: (1947) Entwicklung einer röntgenologischen Altersbestimmung am proximalen Humerusende aus den bisherigen Methoden. *Z. ges. Inn. Med.* 2, 122. — DEAKINS, M. L.: (1944) Changes in the Composition of Bone with Age. *J. biol. Chem.* 156, 77. — GÁMÁN, F.: (1928) Adatok az állkapocs csontrendszerének ismeretéhez normális és némely kóros viszony között. *Fogorv. Szle (Budapest)* 21, 456. — HANSEN, G.: (1954) Die Altersbestimmung am proximalen Humerus- und Femurende im Rahmen der Identifizierung menschlicher Skelettreste. *Wiss. Z. Humboldt Univ. Berlin*, 1953/54. — HEINRICH, A.: (1941) Altersvorgänge im Röntgenbild. *Thieme. Leipzig*. — PONSOLD, A.: (1940) Knochen. In *Neureiter—Pietrusky—Schütt: Handwörterbuch der gerichtlichen Medizin*. Springer. Berlin. — RADASCH, H. E.: (1921) Determination of the Percentage of the Organic Content of Compact Bone. *Anat. Rec.* 21, 153. — RECKLINGHAUSEN, F.: (1858) Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium des Pathologischen Instituts in Berlin. *Virchows Arch. path. Anat.* 14, 466. — TRIEPEL, H.: (1908) Einführung in die physiologische Anatomie. 3. Teil: Die trajektoriiellen Strukturen. Wiesbaden. — WETZEL, G.: (1932) Altersanatomie. *Verhandl. Anat. Ges. in Lund*.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ И НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ В СТАРЧЕСКОМ ВОЗРАСТЕ

Д. ШРАНЦ

Результаты проведенных автором исследований показывают, что общее правило, согласно которому с процессом старения органы сморщиваются, высыхают и увеличивается в них содержание шлаковых-золистых веществ нельзя отнести к костям. В костях пожилых людей и особенно лиц старческого возраста в результате остеопороза понижается количество плотного веществ, точнее солей кальция и по всей вероятности в них увеличивается количество воды и органических веществ. Исследования показывают, что эти изменения более выражены среди женщин старше 70 лет, чем среди мужчин такого возраста.

QUANTITATIVE CHANGES IN CERTAIN CONSTITUENTS OF THE HUMERUS AND
MANDIBULA DURING THE SENESCENCE

D. SCHRANZ

The bones seem to make an exception to the general rule according to which organs gradually exsiccate and shrink with age, while anorganic material accumulates in them. As a result of osteoporosis, the quantity of the solid osseous substance, resp. the calcium salts decreases in old age, and the amount of water and of organic material probably increases. In the examined material this change was more marked in women over 70 years of age than in men of the same age.

Dr. Dénes SCHRANZ, Budapest IX. Üllői út 19. Ungarn