

Morphologia Medica

Anatomie und Klinik

Schriftleitung: W. Platzer
Institut für Anatomie
Müllerstraße 59
A-6010 Innsbruck (Austria)

F. Unger
I. Universitätsklinik für Chirurgie
Anichstraße 35
A-6020 Innsbruck (Austria)

Herausgeber: A. Breit (München)
F. Endler (Wien)
H. Frick (München)
A. Fritsch (Wien)
J. G. Koritke (Straßburg)
J. Krmptotic-Nemanic (Zagreb)
B. Kummer (Köln)
W. Platzer (Innsbruck)
K. Richter (München)
J. Rickenbacher (Zürich)
F. Unger (Innsbruck)

Verlag: edition medizin
der Verlag Chemie GmbH
Pappelallee 3
D-6940 Weinheim (Federal Republic of Germany)
Telefon (06201) 602-0 · Telex 465516 vchwh d
Telefax (06201) 602328

Anatomische Technik zur Interpretation von CT-Bildern in verschiedenen Ebenen

REINHARD PUTZ

Institut für Anatomie der Universität Innsbruck (Vorstand: Univ.-Prof. Dr. W. PLATZER)

Zusammenfassung: Eine der Möglichkeiten der Technik der axialen Computertomographie ist jene, die Daten die aus Serien von transversalen Schnitten gewonnen werden, für die rechnerische Darstellung von Schnitten in anderen Ebenen zu verwenden.

Es wurde eine Methode entwickelt, die es ermöglicht vom selben Präparat transversale und sagittale Schnitte bzw. auch Schnitte in anderen Ebenen herzustellen. Nach den CT-Aufnahmen wird das anatomische Präparat tiefgefroren, in transversale Schnitte zerlegt und diese Schnitte werden photographiert. Anschließend werden die Schnitte wieder zusammengesetzt und neuerlich tiefgefroren, wodurch die ursprüngliche Form wieder hergestellt wird. Nun ist es möglich Schnitte in einer anderen Ebene durchzuführen, diese dann zu photographieren, so daß diese Photos mit dem reformierten CT-Bild verglichen werden können.

Schlüsselwörter: CT-Technik, Schnittanatomie

Summary: As a result of the new technique of axial computer tomography, it is possible to use data from transverse serial sections to construct sections in other planes. A method has been developed which allows transverse, sagittal and other sections (coronal f. e.) to be cut from the same specimen.

After the C. T. exposure has been made, the specimen is frozen and cut into sections, and the sections photographed. The sections are reassembled and again frozen, so as to restore the specimen in its original form.

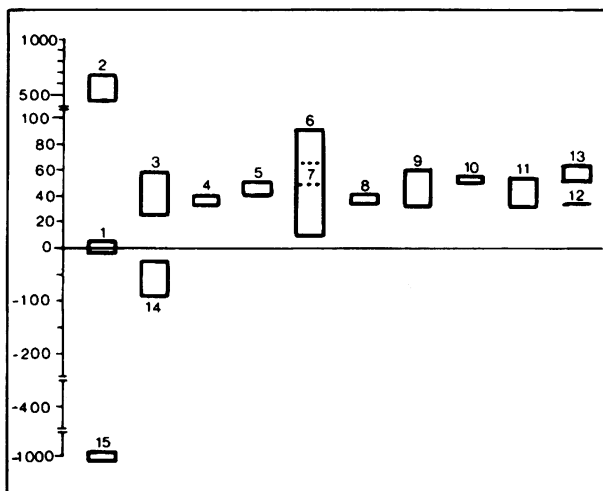
It is then possible to cut new sections in any plan desired, and photograph them so that they may be compared with the reconstructed C. T. image.

Die technische Entwicklung (vor allem die Entwicklung der Software) in der Computertomographie hat die Reformation von Bildern in Sagittal- und Coronal-Ebenen möglich gemacht. Dies geschieht auf Grundlage der in aufeinander folgenden transversalen Schichten gemessenen Schwächungswerte. Der Einsatz dieser Programme ist für einige gezielte klinische Fragestellungen etwa im Bereich der Hypophyse oder in der Wirbelsäule von Be-

deutung. Darüber hinaus kann diese Darstellungsweise eine Hilfe beim Erwerb der räumlichen Vorstellung, sowie der Kenntnis der Topographie der Organe bringen. Die Voraussetzung für eine sinnvolle Anwendung dieser Methodik ist eine genügend große Auflösung, die durch die Aufnahme von dünnen, genau angrenzenden oder überlappenden Schichten erreicht wird. Für unsere Untersuchungen stand uns ein Demonstrationsgerät (Somatom 2)

a
Schwächungswerte ver-
schie-
dener Stoffe und
Gewebe an der Leiche

- 1 Wasser
- 2 Knochen
- 3 Milz
- 4 Niere
- 5 Leber
- 6 Darm
- 7 Rectum
- 8 Harnblase
- 9 Uterus
- 10 Vagina
- 11 Muskelgewebe
- 12 Vena renalis
- 13 Thrombus (Aneurysma)
- 14 Fett
- 15 Luft



b
Schwächungswerte ver-
schie-
dener Stoffe und
Gewebe am Lebenden

- 1 Wasser
- 2 Knochen
- 3 Milz
- 4 Niere
- 5 Leber
- 6 Darm
- 8 Harnblase
- 14 Fett
- 15 Luft

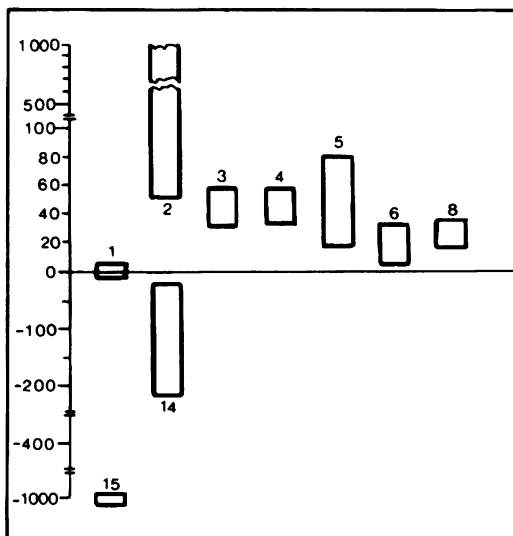


Abb. 1. Gegenüberstellung gemessener Schwächungswerte verschiedener Stoffe und Gewebe am Lebenden und an der Leiche (aus BREIT et al., 1979).

der Firma SIEMENS in Erlangen zur Verfügung, mit welchem wir 2 mm Schichten anfertigen konnten.

Grundsätzlich muß festgestellt werden, daß anatomische Präparate nur unter be-

stimmten Voraussetzungen für CT-Vergleichsuntersuchungen verwertbar sind. Die Präparate können zwar ohne weiteres vor der CT-Aufnahme mit den üblichen Injektionsflüssigkeiten (PLATZER, PUTZ

und POISEL, 1978) fixiert werden, sie dürfen jedoch auf keinen Fall vorher tiefgefroren werden. Als zusätzliche Maßnahme ist es vor allem bei Teilpräparaten notwendig, den Lufteintritt durch Gewebsspalten und Blutgefäße in die Gewebe zu verhindern. In unserem Institut werden sowohl ganze Leichen als auch Teilpräparate zu diesem Zweck in Plastikmaterial verpackt und die Luft evakuiert. In einer Reihe von Untersuchungen konnten wir zeigen, daß anatomische Präparate für Vergleiche mit Aufnahmen am Lebenden sehr gut verwertbar sind. Eine Gegenüberstellung gemessener Dichtewerte (BREIT et al., 1979; PLATZER, 1980) beweist dies (Abb. 1).

Die Gegenüberstellung von CT-Bildern und anatomischen Querschnitten ist zu einer Standardmethode geworden. Bei Verwendung von Rechenprogrammen zur Reformation von Computerbildern in sagittalen oder coronalen Ebenen kann allerdings das anatomische Präparat nicht ohne weiteres mehr zum Vergleich herangezogen werden. Wir haben deshalb versucht, an einem Musterpräparat – nach Herstellung von CT-Bildern – in verschiedenen Ebenen Schnitte herzustellen (Abb. 2). Im folgenden möchten wir kurz unser Verfahren vorstellen und einige Vergleichsbilder präsentieren.

Wir verwendeten ein Teilpräparat (Bekkenbereich) des menschlichen Körpers, das nach der dargestellten Methodik fixiert, konserviert und in Plastikmaterial eingeschweißt und evakuiert wurde. Nach Anfertigung von transversalen CT-Aufnahmen in 2 mm Schichten wurde das Präparat auf minus 18° eingefroren und mit einer feinzahnigen Bandsäge in dünne Schnitte (im allgemeinen ca. 8 mm) zerlegt. Zwei Bilder zeigen in Gegenüberstellung das anatomische Präparat in der Ansicht von unten, dazu das passende CT-Bild (Abb. 3). Da das CT-Bild eine flächenhafte Darstellung einer dreidimensionalen Schicht darstellt, kann sie vom Prinzip her vor allem bei größeren Schichtdicken nicht in allen Details mit

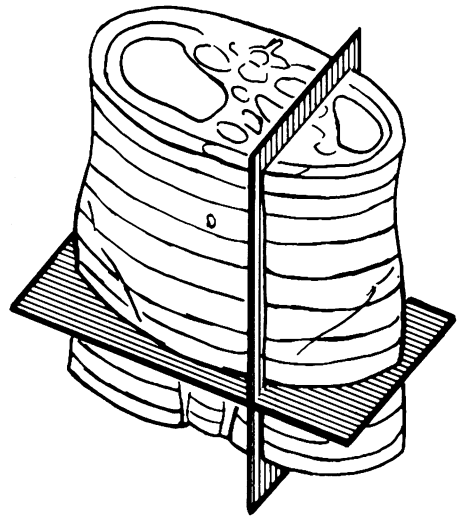


Abb. 2. Schematische Darstellung von transversalen und sagittalen Schnittebenen am selben Objekt.

der flächenhaften Aufsicht auf den anatomischen Schnitt übereinstimmen. Auffallende Unterschiede treten vor allem dann auf, wenn in der durchstrahlten Schicht Grenzflächen großer Dichteunterschiede (z. B. Knochen-Bindegewebe) in einem flachen Winkel zur Durchstrahlungsebene verlaufen. Bei einer CT-Schichtdicke von 2 mm sind diese Unterschiede relativ gering, Abweichungen ergeben sich dennoch im Einzelfall auf Grund geringfügiger Winkel zwischen anatomischer und CT-Schnittebene.

Im nächsten Schritt unseres Verfahrens versuchten wir – nach fotografischer Dokumentation – die anatomischen Präparate wieder genau aufeinander zu passen. Die Voraussetzung dafür war, daß die Schnitte auch während der photographischen Aufnahmen nie ganz aufgetaut wurden, damit die genaue Erhaltung der Form gewährleistet werden konnte. Der auf diese Weise zusammengesetzte Präparatblock wurde in einem entsprechend vorbereiteten Behälter mit Wasser eingegossen und neuerlich eingefroren. Nach sicherem Durchfrieren können von einem derartigen Block nun wiederum Schnitte herge-

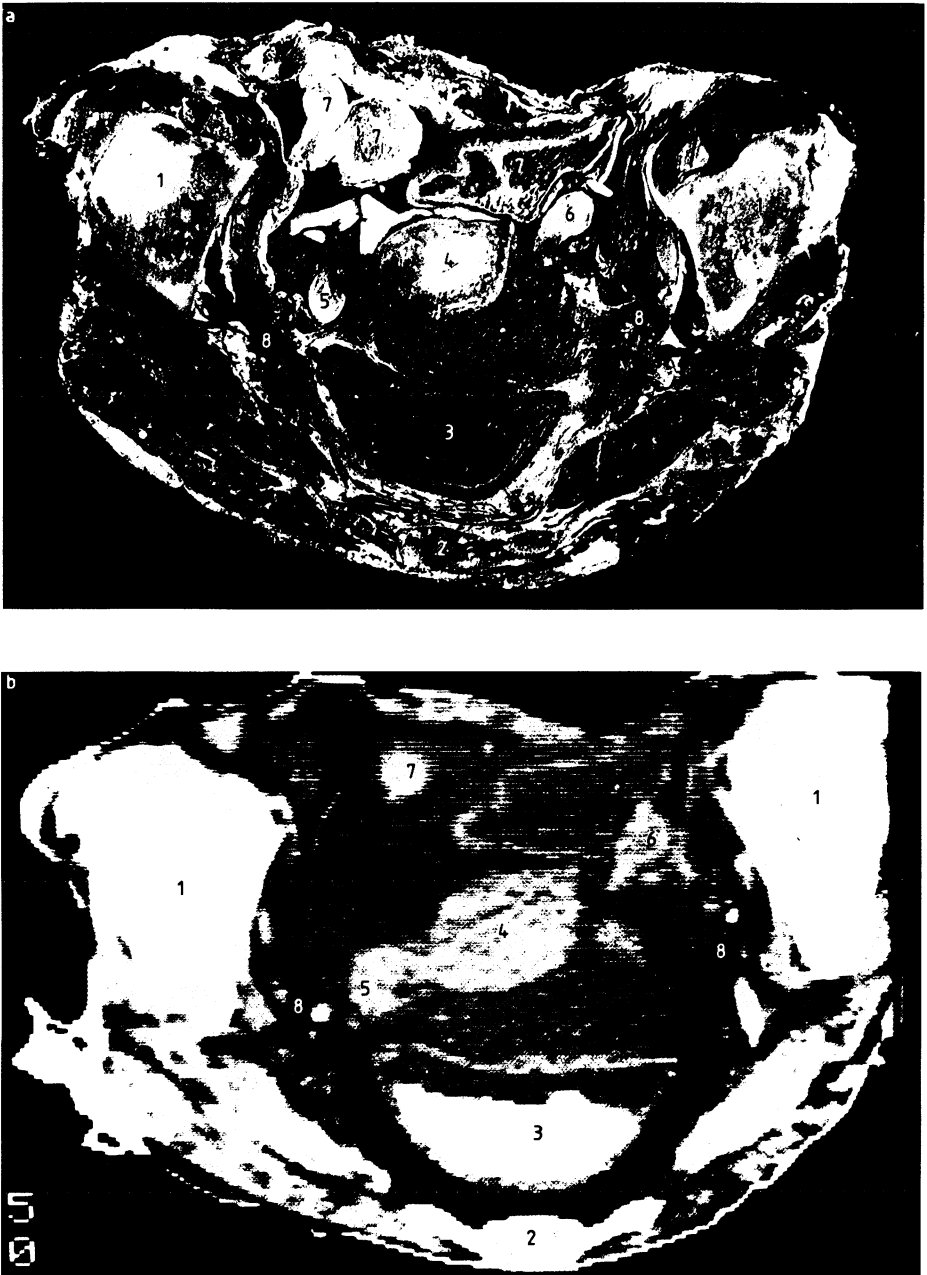


Abb. 3. Anatomischer Transversalschnitt und zugehöriges CT-Bild in Gegenüberstellung.

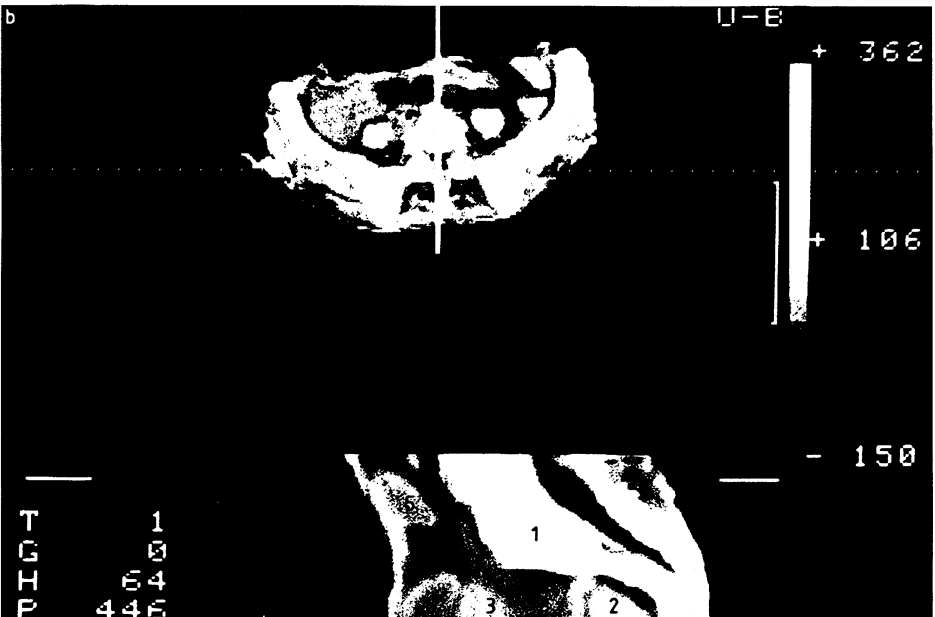
a) Anatomischer Transversalschnitt,

b) CT-Bild.

1 = Os ilium, 2 = Os sacrum, 3 = Rectum, 4 = Corpus uteri, 5 = Ovarium dextrum, 6 = Ovarium sinisterum, 7 = Darmschlingen, 8 = Venenplexus.



Abb. 4. Anatomischer Sagittalschnitt und sekundär errechnetes sagittales CT-Bild.
a) Anatomischer Sagittalschnitt,
b) Schnittebene am Transversalschnitt eingezeichnet und sagittales Schnittbild im CT.
1 = Os sacrum, 2 = Rectum, 3 = Corpus uteri,
4 = Vesica urinaria, 5 = Darmschlingen.



stellt werden. In diesem Fall haben wir uns für die Herstellung sagittaler Schnitte entschieden, weil diese klinisch von größerer Bedeutung sind als andere Ebenen. Am anatomischen Präparat sind natürlich die ehemaligen transversalen Schnittfugen zu sehen, die unseres Erachtens die Bildqualität aber nicht wesentlich stören, da sie eine Art Raster darstellen (Abb. 4).

Aus der Gegenüberstellung von anatomischen Sagittalschnitten mit in sagittaler Ebene „reformierten“ CT-Bildern ein und desselben Präparates ist zu erkennen, daß die rekonstruierten CT-Bilder im Vergleich zu den primären transversalen CT-Bildern eine wesentlich geringere Auflösung besitzen. Hier liegen vielleicht technische Fehler mangelnder Überlappung zu Grunde, vielleicht kann eine Verbesserung der Software hier weiterhelfen.

Die sekundäre Errechnung anderer Schnittebenen als der herkömmlichen transversalen wird sich unserer Ansicht nach im Einzelfall mehr und mehr als zweckmäßig erweisen. So stellt etwa die Verwendung einer zweiten Ebene für den Chirurgen eine weitere Verbesserung bei der Operationsplanung dar, die räumliche Vorstellung von den zu erwartenden topographischen Gegebenheiten wird zweifellos dadurch wesentlich verbessert.

Häufig wird die sekundäre Errechnung sagittaler Ebenen bereits für die Abklärung von Nucleus pulposus – Prolapsen in der Lendenwirbelsäule verwendet. An Vergrößerungsaufnahmen lassen sich dabei Befunde erheben, die die Anwendung von invasiven Eingriffen (z.B. Myelographie) größtenteils erübrigen.

Eine Hoffnung von uns, die Differentialdiagnose im Bereich des Ovars durch Darstellung in mehreren Ebenen zu verbessern, hat sich allerdings bisher nicht erfüllt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Dichtedifferenz von Ovar und umliegendem Gewebe (Darm) zu gering sind.

Wir sind uns dessen bewußt, daß die von uns entwickelte und benützte Methodik des Vergleichs anatomischer Präparate und CT-Bilder in verschiedenen Ebenen kompliziert und zeitlich sehr aufwendig ist. Wir glauben jedoch, daß diese Methodik für die anatomische Topographie eine wichtige Vorstellungshilfe darstellt und in Einzelfällen auch in klinisch-diagnostischen Fragen weiterhelfen kann.

Literatur

BREIT, A.; ROHDE U.; PLATZER W. und PUTZ R.: Anatomie und Computertomographie am Beispiel des Beckens. *Verh. Anat. Ges.* 73: 19–28 (1979).

PLATZER, W.: Radiologische Spezial-Diagnostik in der Gynäkologie. Zur Anatomie der Organe des weiblichen Beckens im Hinblick auf die Röntgen-Ganzkörper-Computer-Tomographie. In: *Handbuch der medizinischen Radiologie*, Bd. XIII, 2; red. von F. HEUCK und A. BREIT: Springer, Berlin, 1980.

PLATZER, W.; PUTZ R. und POISEL S.: Ein neues Konservierungs- und Aufbereitungssystem für anatomisches Material. *Acta anat.* 102: 60–67 (1978).

Adresse des Autors: Prof. Dr. med. R. Putz, Anatomisches Institut, Lehrstuhl Anatomie III, Albertstraße 17, D-7800 Freiburg i. Br.