



Doctoral Thesis

Bildanalyse von Szintigrammen am Beispiel von Gelenksentzündungen

Author(s):

Dürr, Roland

Publication Date:

1988

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000475337> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Bildanalyse von Szintigrammen
am Beispiel von
Gelenksentzündungen

ABHANDLUNG

Zur Erlangung des Titels eines

DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZUERICH

vorgelegt von

Roland Dürr
dipl. El. Ing. ETH

geboren am 1.3.1954
von Pratteln, Kanton Basel-Land und
von Basel, Kanton Basel-Stadt



Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. O. Kübler, Referent
Prof. Dr. R. Fridrich, Korreferent

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird versucht, durch digitale Bildanalyse von Szintigrammen, Stoffwechselfparameter reproduzierbar zu bestimmen. Die Arbeit gliedert sich in drei Teile. Als erstes wird die Problematik der Objektivierung von Szintigrammen behandelt, dann werden dafür geeignete Methoden entwickelt und analysiert, die schliesslich im dritten experimentellen Teil empirisch validiert werden. Die vorgeschlagenen Methoden werden in einer klinischen Studie als Verfahren für die nicht-invasive Diagnostik der chronischen Polyarthritits eingesetzt, um verschiedene lokale Entzündungsformen zu differenzieren.

Szintigramme sind medizinische Bilder der Verteilung markierter Substanzen (Tracer) im lebenden Körper, welche physiologische Informationen über Organ- und Stoffwechselfunktionen darstellen. Bei der Objektivierung von Szintigrammen durch die quantitative Bildanalyse stehen drei Problemkreise im Vordergrund. Einerseits sind das unbekannte Skalierungen sowie Überlagerungen verschiedener Signalanteile, andererseits sind das geometrische Verzerrungen zwischen entsprechenden Bildpaaren und drittes ist das die grosse Variabilität biologischer Datensätze.

Quantitative Bildanalyse Im Methodikteil der Arbeit wird durch eine theoretische Analyse gezeigt, wie sich die verschiedenen Signalanteile eines Szintigramms bestimmen lassen. Damit können Methoden für die Einzel- und Doppelbildanalyse statischer Szintigramme entwickelt werden. Die Grundlagen dafür bilden die mathematische Beschreibung des Abbildungsvorgangs und ein dynamisches Modell der Verteilung markierter Substanzen. Wie auch experimentelle Daten bestätigen, ist damit eine Einteilung markierter Substanzen möglich: Auf Grund der maximalen lokalen Anreicherung – dem pathophysiologischen Bildkontrast – kann jeder stoffwechselaktive Tracer einem von drei Verteilungstypen zugeordnet werden.

Elastische Korrektur der Bildgeometrie Im weiteren wird speziell für den späteren Einsatz der Doppelbildanalyse eine Methodik zur Korrektur geometrischer Verzerrungen dargestellt. Dabei wird die deformierte Bildgeometrie durch die Deformation einer eingespannten Scheibe approximiert und so die Bestimmung der unbekanntenen Verschiebungsvektoren auf ein Problem der mathematischen Physik zurückgeführt.

Bildanalyse bei Gelenksentzündungen Im dritten Teil der Arbeit werden die entwickelten Methoden mit den Szintigrammen einer klinischen Studie überprüft. Als Grundlage wird dabei mit der digitalen Bildanalyse die biologische Wirksamkeit einer neuen Markierung von Fibrinogen mit ^{123}J validiert. Dann werden mit der Einzel- und Doppelbildanalyse lokale Parameter bei Gelenksentzündungen bestimmt und mit den klinischen Befunden verglichen. Dabei werden die Szintigramme der folgenden Tracer ausgewertet: ^{123}J -Fibrinogen, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Pertechnetat und $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DPD. Wie die experimentellen Ergebnisse bestätigen, können die entwickelten Verfahren eingesetzt werden, um den Krankheitsverlauf zu verfolgen, um die Wirkung von Medikamenten zu prüfen und um den Effekt von Therapien zu quantifizieren. Aber am wichtigsten ist, dass damit exsudative und proliferative Entzündungsformen bewertet und differenziert werden können.

Abstract

This thesis presents an approach to the reproducible determination of metabolic parameters by digital image analysis of scintigrams. The work is divided into three parts. At first the problems of the quantification of scintigrams are dealt, then solutions are developed and investigated which are experimentally tested in the third part. In a clinical study for the diagnosis of rheumatoid arthritis, the proposed methods are used for the non-invasive differentiation of inflammations.

Medical images like scintigrams showing the distribution of labeled compounds in the living body contain physiological information about organic and metabolic functions. The quantification of scintigrams is leading to three main problems. On the one side, the scaling of scintigrams is unknown and different signal parts are superimposed, on the other side, there are geometrical distortions between corresponding image pairs and, third, there is the large variation of biological data.

Quantitative Image Analysis In the method part, a theoretical investigation shows how the different signal parts of a static scintigram can be extracted. This is the base for the development of the single and double image analysis. The theoretical fundamentals are mathematical models of the imaging process of the tracer distribution. Like experimental data are confirming, it is possible to classify every labeled compound according to the imaged tracer accumulation – the pathophysiological image contrast – into one of three possible distribution types.

Elastic Correction of the Image Geometry Additionally, for the practical use of the double image analysis, a method for the correction of geometrical distortions is presented. The deformed image geometry is approximated by the deformation of a clamped plate which is allowing the determination of the unknown displacements by methods of mathematical physics.

Image Analysis of Scintigrams The last part of the work is devoted to the practical examination with scintigrams of a clinical study. At first, a new labeling of fibrinogen with ^{123}I is validated in vivo by digital image processing. Then, using the developed techniques of single and double image analysis, local parameters of the inflammation of joints are determined and compared with clinical findings. Scintigrams of the following tracers are processed: ^{123}I -fibrinogen, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetate, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DPD. Like the experimental results are showing, the developed image analysis techniques can be used to quantify the course of a disease, to measure the operation of pharmaceuticals, and to detect the effect of a therapy. But most important, it is possible to quantify and differentiate exudative and proliferative forms of inflammations.