

Rechnerunterstützte Thermographie in der Untersuchung der männlichen Infertilität

Gallo, L. M. (Zürich), Bösigler, P., Rageth, J. C. *)

Institut für Biomedizinische Technik der Universität und ETH Zürich, CH-8044 Zürich
*) Universitätsfrauenklinik des Kantonsspitals, CH-4031 Basel

Die Varikozele gilt seit einigen Jahren als mögliche Infertilitätsursache beim Mann. Die Grösse der Varikozele korreliert nicht streng mit der Spermio-genese-störung, so dass auch klinisch nicht fassbare Varikozelen die Fertilität herabsetzen können. Durch die Blutrückstauung entsteht eine Gefässdilatation, welche zu einer Temperaturerhöhung führt. Diese lässt sich thermographisch nachweisen.

Das verwendete rechnerunterstützte IBTZ-Thermographiesystem besteht aus einer modifizierten Infrarotkamera Spectrotherm 2000 mit digitalem Ausgang, welche ein Bild von 256 Zeilen zu 256 Punkten mit einer thermischen Auflösung von 0.1 Grad C liefert und aus einem FS 990/4 Texas Instruments Minicomputer mit einer Bildspeichereinheit und Floppy-Disc-Magnetspeicher. Die Thermogramme im Bildspeicher werden farb- oder grautoncodiert auf einem TV-Monitor dargestellt. Mittels eines schwarzen Temperaturreferenzstrahlers wird das Aufnahmesystem geeicht, womit die Bestimmung der Absoluttemperatur der Hautoberfläche ermöglicht wird.

In einer Vorstudie [3] wurde ein für ein thermographisches Screening der Patienten der Sterilitätssprechstunde geeignetes Untersuchungsverfahren festgelegt. Quantitative, auf Varikozelen sensitive Beurteilungskriterien von Hodenthermogrammen wurden entwickelt.

Bei jedem Patienten werden drei Thermogramme aufgenommen, je eines von vorne, von hinten, und eines mittels eines an der IR-Kamera befestigten Spiegels von unten. Die auszuwertenden Gebiete des linken und des rechten Hodens werden interaktiv am Monitor mit einem Lichtgriffel definiert und je in einen oberen und einen unteren respektive in einen vorderen und einen hinteren Quadranten unterteilt. Folgende Parameter werden berechnet:

- mittlere Temperatur des linken und des rechten Hemiskrotums und deren Differenzen;
- mittlere Temperatur des oberen 10 % des Histogramms des linken und des rechten Hemiskrotums;
- Differenz zwischen den oberen 10 % des Histogramms des linken und des rechten Hemiskrotums;
- Differenz zwischen den mittleren Temperaturen der benachbarten linken und rechten Quadranten.

Bei der Vorstudie konnte die Anwesenheit der Varikosität zum Teil rein durch die Palpation und zum Teil mit einer zusätzlichen dopplersonographischen Untersuchung nachgewiesen werden. Zur Klassifikation der Thermogramme auf der Basis der quantitativen Parameter wurde die Methode der multivariaten Diskriminanzanalyse eingesetzt. Diese ergab eine vollständige Separation der Gruppe mit von derjenigen ohne Varikozele bei einem Kollektiv von 31 Männern.

In der Hauptstudie [4] ist bis jetzt ein umfassendes Screening von 218 Patienten durchgeführt worden. Dieses Screening besteht aus einer klinischen, einer dopplersonographischen und einer thermographischen Untersuchung. Zudem wird bei jedem Patient ein Spermogramm erstellt. Die sonographische Inspektion erfolgt mittels eines Dopplerstethoskops mit Kopfhörer. Der Untersucher unterscheidet fünf Stufen, von "kein Reflux" bis "massiver Reflux". Die zwei höchsten Stufen werden als positiver Dopplerbefund betrachtet.

Zur Klassifikation der Thermogramme wird die Cluster Analysis eingesetzt, welche in statistischen Programmpaketen für die Medizin [2] verfügbar ist. Bei diesem Verfahren wird untersucht, wie sich die Fälle natürlich gruppieren ("theory of nonsupervised learning" [1]). Dabei ist die gewünschte Anzahl zu bildender Gruppen dem Programm mitzuteilen. Anhand eines Lernkollektivs wird retrospektiv ein Klassifikationsschema entwickelt, das nachher als Grundlage zur prospektiven Klassifikation neuer Fälle beigezogen wird.

Das zentrale Problem ist die korrekte Wahl eines Lernkollektivs, da es undurchführbar scheint, die An- bzw. die Abwesenheit einer Varikozele mittels einer retrograden Phlebographie auf breiter Basis nachzuweisen. Das Lernkollektiv wurde zu einem Teil aus Patienten gebildet, die anhand der klinischen und/oder dopplersonographischen Untersuchungen und der Spermogrammanomalien eine hohe Wahrscheinlichkeit für die Anwesenheit einer Varikozele aufweisen und die deshalb zur Ligatur der vena spermatica aufgeboten wurden. Zum anderen Teil besteht es aus Patienten, welche weder palpatorische noch dopplersonographische positive Merkmale zeigen, bei denen al-

| Anzahl Patienten | | | thermographisch positiv | thermographisch negativ |
|------------------|-----|--|-------------------------|-------------------------|
| Gr. 1 | 68 | palpatorisch und sonographisch positiv | 62 (91 %) | 6 (9 %) |
| Gr. 2 | 21 | nur sonographisch positiv | <u>9 (43 %)</u> | <u>12 (57 %)</u> |
| Gr. 3 | 13 | nur palpatorisch positiv | 10 (77 %) | 3 (23 %) |
| Gr. 4 | 116 | palpatorisch und sonographisch negativ | <u>23 (20 %)</u> | 93 (80 %) |

Tabelle 1 - Gegenüberstellung der thermographischen mit den palpatorischen und dopplersonographischen Befunden

so das Vorliegen einer Varikozele als unwahrscheinlich erscheint.

Die Gegenüberstellung der thermographischen Klassifikation mit den palpatorischen und dopplersonographischen Diagnosen des Lernkollektivs (118 Patienten) und der prospektiv analysierten Fälle (100 Patienten) ist in Tabelle 1 aufgeführt. Die unterstrichenen Werte beziehen sich auf subklinische Varikozelen. Von besonderem Interesse ist die Gruppe 2, bei der lediglich eine Übereinstimmung von 43 % zwischen Thermographie und Doppleruntersuchung besteht. Diese Gruppe zeigt signifikante Unterschiede in den Mittelwerten der Motilitätsscores der Spermien ($p \leq 0.03$ beim Mann-Whitney-Test). Dieser Unterschied wird durch eine wesentlich geringere Beweglichkeit der Spermien bei den thermographisch positiven Fällen verursacht. ***

- [1] Andrews H.C.
Introduction to Mathematical Techniques in Pattern Recognition
Wiley 1972
- [2] BMDP-79
Biomedical Computer Programs
UCLA Press 1979
- [3] Gallo L.M. et al.
Thermographie zur Diagnostik subklinischer Varikozelen
Thermologie Fachberichte Nr.5, 1983
- [4] Gallo L.M. et al.
Rechnerunterstützte Thermographie im Varikozelescreening
Thermologie Fachberichte Nr.6, 1985