

TrichoScan

Ein neues Werkzeug für die digitale Haarzählung

Zusammenfassung

Hintergrund. Es besteht Bedarf an Methoden, die in der Lage sind, Haarwachstum und -ausfall reproduzierbar zu messen.

Patienten/Methoden. Die sichtbare Haardichte wird bestimmt durch die Anzahl der Haare in einem definierten Areal und deren Dicke und Wachstumsrate sowie durch die Telogenrate. Mit der Auflichtmikroskopie und einer speziell programmierten Software konnten wir ein Verfahren entwickeln, das in der Lage ist, diese Parameter in einem Arbeitsgang automatisch zu bestimmen. Es wird ein Kopfhautareal rasiert, gefärbt und bei 20- und 40facher Vergrößerung digital fotodokumentiert.

Ergebnisse. Das TrichoScan erlaubt die Objektivierung und Typisierung eines Effluviums, und durch Verlaufsuntersuchungen dient es der Therapiekontrolle.

Schlussfolgerung. TrichoScan ist bei der Diagnose und Therapiekontrolle von Haarverlust ein für die Praxis gut geeignetes Verfahren. Darüber hinaus ist das TrichoScan möglicherweise in der Lage, den Effekt einer Laserepilation zu quantifizieren. Der zusätzliche apparative Aufwand ist gering, da Geräte für die Auflichtmikroskopie in vielen Praxen vorhanden sind.

Schlüsselwörter

Haare · Haarmessung · Auflichtmikroskopie · Computeranalyse

Dünnere werdendes Haar (Miniaturisierung), vermehrter Haarausfall (Effluvium) und Haarlosigkeit (Alopezie) sind häufig geschilderte Probleme in der ärztlichen Praxis. Mit wenigen Ausnahmen ist die Art der Störung des Haarwachstums klinisch leicht zu erkennen und benötigt keine weiterführende Diagnostik. Nur bei klinisch mehrdeutigem Befund, wie z. B. der Abgrenzung einer Alopecia areata vom diffusum Typ von einem akuten Telogeneffluvium oder der eines Lichen planopilaris vom Lupus erythematoses der Kopfhaut, sind neben differenzialdiagnostischen Überlegungen auch spezielle Untersuchungstechniken, wie z. B. die Histopathologie, notwendig.

Häufig kommt es vor, dass ein geschildertes Haarproblem objektiv kaum nachvollziehbar, oder aber der Erfolg bzw. Misserfolg einer gewählten Therapie nur bedingt objektiv beurteilbar ist. Es besteht daher praktischer Bedarf an Methoden, die in der Lage sind, Haarwachstum und -ausfall reproduzierbar zu messen. Bis heute existieren nur wenige wirklich praktikable und zuverlässige Methoden [17, 19], und wir haben uns daher gefragt, ob die klassische Auflichtmikroskopie zusammen mit einer speziell programmierten Software ein Verfahren wäre, um die Parameter des Haarwachstums und der Haardichte zu bestimmen. Hier beschreiben wir die Entwicklung eines solchen Verfahrens und zeigen dessen Möglichkeiten und Grenzen auf. In Anlehnung an den Begriff Trichogramm haben wir das Verfahren TrichoScan genannt.

Material und Methoden

Probanden

Insgesamt wurden 84 Probanden (34 Frauen im Alter von 25–48 Jahren; 40 Männer im Alter von 26–45 Jahren)

für die Entwicklung und Validierung des TrichoScan rekrutiert.

A: 28/84 Probanden wurden zur Entwicklung des Verfahrens herangezogen. Bei diesen Probanden wurde eine kleine Stelle am Hinterkopf rasiert. Anschließend wurden die Haarzahl und Haardicke gemessen sowie die Intraklassenkorrelation (Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei einer oder mehreren Untersuchungen) berechnet.

B: 18/84 Probanden mit einer androgenetischen Alopezie wurden für die Bestimmung der täglichen Haarwachstumsrate und der Anagen-/Telogenrate ausgewählt. Bei diesen Probanden wurden etwa 0,6 cm² große Kreisareale am Vertex und Okziput für die Messung mit dem TrichoScan herangezogen.

C: 17/84 männliche Probanden (25–41 Jahre) mit einer unterschiedlich stark ausgeprägten androgenetischen Alopezie (Hamilton II–V) [11] wurden ausgewählt, um das TrichoScan zu validieren. Andere Formen von Haarverlust wurden klinisch ausgeschlossen. Mindestens 3 Monate vor der Rekrutierung hatte kein Mann seine androgenetische Alopezie behandelt. Zwölf dieser Männer wurden für 6 Monate mit 1 mg Finasterid pro Tag behandelt. Fünf Männer blieben unbehandelt. Weitere 11/84 männliche Probanden ohne Alopezie wurden als Kontroll-

© Springer-Verlag 2002

Priv.-Doz. Dr. Rolf Hoffmann
Klinik für Dermatologie und Allergologie,
Philipps-Universität,
Deutschhausstraße 9, 35033 Marburg
E-Mail: rolf.hoffmann@mail.uni-marburg.de

R. Hoffmann

TrichoScan. A new instrument for digital hair analysis

Abstract

Background/Objective. Hair loss or hair thinning is a common complaint in clinical dermatology. Patients seeking advice for hair loss are not necessarily bald. In addition, the effects of therapy are hard to measure. Consequently, there is a need for a sensitive tool to monitor hair loss and treatment response. Such a method must be able to analyze the biological parameters of hair growth, which are: 1: hair density (n/cm^2), 2: hair diameter (μm), 3: hair growth rate (mm/day) and 4: anagen/telogen ratio.

Patients/Methods. We present the TrichoScan as a method which combines epiluminescence microscopy (ELM) with automatic digital image analysis for the measurement of human, and potentially animal hair, *in situ*. The TrichoScan is able to analyze all biological parameters of hair growth with a so called intraclass correlation of approximately 91% within the same operator and an intraclass correlation of approximately 97% for different operators.

Results. The application of the technique is demonstrated by comparison of the hair parameters in individuals without apparent hair loss with men with untreated AGA and men after treatment with finasteride (1 mg/day), and women who were treated with minoxidil. We were able to detect a significant increase in hair counts and cumulative hair thickness 3 and 6 months after treatment.

Conclusion. The advantage of the TrichoScan is that it can be used for clinical studies to compare placebo versus treatment or to compare different hair growth promoting substances, it can be used for studying AGA or other forms of diffuse hair loss, and it can be adopted to study the effect of drugs or laser treatment on hypertrichosis or hirsutism.

Keywords

Hair · Measurement · Alopecia · Treatment · Computer analysis



Abb. 1a–j ▲ Darstellung der Arbeitsschritte zur Durchführung des TrichoScan. a Auswahl des Messortes in der Übergangszone zwischen Alopecie und regelrecht behaarter Kopfhaut; b Anlegen der Lochmaske; c, d Rasur; e–g Mischen der Färbemasse; h aufgetragene Färbemasse; i Reinigung des Messortes; j Auflichtmikroskopie

gruppe ausgewählt. Bei den insgesamt 28 Probanden wurde am Vertex ein rundes Areal rasiert, und die Haarzahl und die kumulative Haardicke wurden zu Beginn sowie nach 3 und 6 Monaten bestimmt.

D: Von 84 Probanden wurden 10 Frauen (25–38 Jahre) mit einer typischen androgenetischen Alopecie (Ludwig I–II) [16] ausgewählt. Andere Formen von Haarverlust wurden klinisch ausgeschlossen. Mindestens 6 Wochen

Originalien

vor Einschluss wurde keine topische oder systemische Behandlung der androgenetischen Alopezie durchgeführt. Klinische Androgenisierungszeichen oder Zyklusstörungen bestanden nicht. Alle 10 Frauen behandelten wir mit 5% Minoxidil 2-mal täglich. Bestimmt wurden nach 4 Wochen und nach 6 Monaten die Haarzahl und kumulative Haardicke.

Rasur

Eine Fläche von ca. 2 cm² wurde durch eine Lochmaske (Durchmesser 16 mm) definiert, und jedes zu messende Areal wurde bis knapp auf die Kopfhautoberfläche rasiert (Hairliner, Wella, Germany) (Abb. 1a–d).

- A: In den Untersuchungen zur Bestimmung der Haarzahl und Haardicke bei Personen ohne Haarverlust wurde der Hinterkopf als Messort gewählt.
- B: Bei den 18 Patienten, die zur Bestimmung des täglichen Haarwachstums und der Anagen-/Telogenrate rekrutiert wurden, wurden der Vertex und das Okziput ausgewählt.
- C/D: Bei den 17 Männern und 10 Frauen mit androgenetischer Alopezie wurde in der Übergangszone zwischen sichtbarem Haarverlust und noch nicht betroffenem Kopfhautareal das Haar gekürzt.

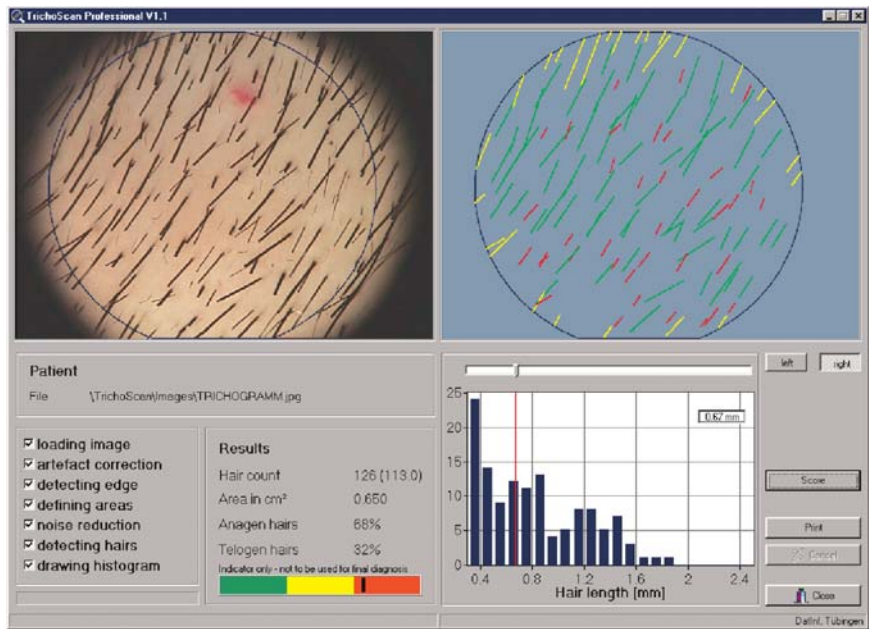


Abb. 2 ▲ Beispiel einer TrichoScan-Auswertung mit Darstellung auf einem Computerbildschirm. Rot sind Telogen-, grün Anagenhaare dargestellt. Gelbe Haare berühren die Messgrenze

Tätowierung

Bei den 27 Patienten (17 Männer, 10 Frauen) mit androgenetischer Alopezie wurde das rasierte Areal mit einem kleinen Farbpunkt tätowiert. Diese Tätowierung war im gesamten Beobachtungszeitraum sichtbar.

Färben

Blondes, braunes oder graues Haar ist zu kontrastarm für die Erkennung

durch eine Bildbearbeitungssoftware. Daher wurden die rasierten Haare mit einer Augenbrauenfarbe (Refectocil, Geschwendner, Wien, Österreich) gefärbt (s. Abb. 1e–h). Die Färbemasse wurde mit 2 Tropfen Entwicklerlösung vermischt, mit einem Holzspatel aufgetragen und nach 12 min mit einer alkoholischen Tinktur (Kodan-Spray) gründlich entfernt (s. Abb. i).

Auflichtmikroskopie

Auf das noch feuchte Kopfhautareal wurde die Optik des Auflichtmikroskopiergerätes luftblasenfrei aufgedrückt, und bei 20/40facher Vergrößerung wurden Bilder gespeichert (s. Abb. ij). Als Auflichtmikroskopiergerät wurde der Fotofinder der Firma TeachScreen Software, Bad Birnbach, benutzt. Für die Messungen zur Entwicklung des TrichoScan war jede Lokalisation von 2 Untersuchern 3-mal analysiert worden.

Bestimmung der Haarzahl und Haardicke

Für die Analyse der Haarzahl und der Haardicke wurden die Haare sofort nach der Rasur gefärbt, und es wurden Bilder bei 40facher Vergrößerung aufgenommen. Die von der Software analysierte Fläche betrug bei dieser Vergrößerung 0,225 cm².

Tabelle 1

Darstellung der messbaren Unterschiede bezüglich der Haarzahl und Haardicke bei Männern vor und nach Therapie mit Finasterid

Variable	Gruppe	Zeit	DF	t	p
Haarzahl	Kontrolle	Nach 3 Monaten	10	-0,265	0,796
		Nach 6 Monaten	10	0,029	0,977
	AGA unbehandelt	Nach 3 Monaten	4	-0,199	0,852
		Nach 6 Monaten	4	-0,106	0,921
	AGA behandelt	Nach 3 Monaten	11	2,149	0,055
		Nach 6 Monaten	11	2,688	0,021
Haardicke	Kontrolle	Nach 3 Monaten	10	-0,012	0,991
		Nach 6 Monaten	10	0,540	0,601
	AGA unbehandelt	Nach 3 Monaten	4	-0,739	0,501
		Nach 6 Monaten	4	-1,161	0,310
	AGA behandelt	Nach 3 Monaten	11	2,414	0,034
		Nach 6 Monaten	11	3,433	0,006

Verglichen wurden die Kollektive vor bzw. nach 3- und 6-monatiger Therapie, verwendet wurde ein ungepaarter t-Test. DF degree of freedom, t Teststatistik, p Signifikanzniveau.

Bestimmung der Haarwachstumsrate und der Anagen-/Telogenrate

Für die Berechnung der täglichen Haarwachstumsrate und der Anagen-/Telogenrate wurden die Haare zunächst rasiert, aber erst 3 Tage nach der Rasur gefärbt. Dann wurde ein digitales Bild in 20facher Vergrößerung aufgenommen. Die von der Software analysierte Fläche betrug bei dieser Vergrößerung 0,6 cm².

TrichoScan-Software

Zur Messung von Haardichte (n/cm²), Haardurchmesser (µm), Wachstumsrate (mm/Tag) und Anagen-/Telogenrate wurde eine spezielle Software entwickelt (Abb. 2; Firma DatInf, Tübingen). Die gewählten Bilderkennungsalgorithmen wurden mit mehr als 500 digitalen Auflichtmikroskopiebildern validiert.

Ergebnisse

Zeitaufwand für das TrichoScan

Nach Einarbeitung konnte eine Analyse innerhalb von 15–20 min durchgeführt werden. Etwa 5 min wurden für die Auswahl eines geeigneten Messortes und die Rasur benötigt, 12 min verblieb die Färbemasse auf dem rasierten Areal, und etwa 1 min benötigte die Analyse im Rechner. Die Arbeitszeit am Patienten betrug etwa 10 min.

Effekt der Haarfarbe

In vorausgehenden Untersuchungen versuchten wir blondes oder graues Haar mit der TrichoScan-Software zu analysieren [14]. Diese Untersuchungen zeigten, dass schwach pigmentierte Haare zu kontrastarm für die TrichoScan-Software waren. Daher wurden die Haare gefärbt, ohne dass dies einen Einfluss auf die gemessenen Haarparameter gehabt hätte. Eine Einwirkzeit der Färbemasse von 12 min hatte sich als gut geeignet erwiesen. Färbezeiten von weniger als 10 min führten zu inkomplett gefärbten Haaren, Färbezeiten länger als 14 min führten zu einer Mitfärbung der Kopfhaut. Beides war für die anschließende Untersuchung mit dem TrichoScan ungeeignet.

Effekt der Rasur

Für das TrichoScan muss ein repräsentatives Kopfhautareal rasiert werden, den-

noch sollte nach der Rasur die Gesamterscheinung nicht beeinträchtigt werden. Daher wurden solche Areale ausgewählt, die nach der Rasur klinisch unscheinbar waren. Ungeeignet für die Rasur waren die Scheitelmittle und die Rasur in einem Wirbel. Damit benachbarte Haare über die rasurbedingte Kahlstelle gekämmt werden konnten, rasierten wir etwa 3 cm neben dem Scheitel (s. Abb. 1a), im Haarsaum der Fronttemporalregion (Geheimratsecken) oder im Vertex.

Effekt der Tätowierung

Zunächst hatten wir eine schwarze Tätowierfarbe benutzt. Während der Untersuchung stellte sich heraus, dass dieser schwarze Fleck mit den detektierbaren Haaren interferierte. Eine rote Tätowierfarbe erwies sich hingegen als besser geeignet.

Sensitivität und Genauigkeit der Methode

Der durch die Software verwendete Algorithmus rechnet alle Störfaktoren wie

Luftblasen, Staub, kleine Gefäße und Hautschuppen heraus. Mit diesem Verfahren ist gewährleistet, dass nur Haare erkannt werden. Die untere Grenze der Erkennbarkeit liegt bei einer minimalen Haardicke von etwa 5 µm. Dünnere Haare können vom System nicht erkannt werden.

Berechnung der Haardicke und Haarzahl/Intra- und Interklassenkorrelation

Bei 10 Probanden wurden die Haarzahl und die kumulative Haardicke (=Summe der Durchmesser aller Haare im Testareal) 3-mal vom gleichen Untersucher im gleichen Areal analysiert. Die daraus zu berechnende Intraklassenkorrelation ist für die Haarzahl 90,9% und für die kumulative Haardicke 90,6%. Bei 5 Probanden wurden die Haarzahl und die Haardicke im gleichen Areal einmal von 2 verschiedenen Untersuchern gemessen. Diese Interklassenkorrelation beträgt für die Haarzahl 97,6% und für die kumulierte Haardicke 96,4%.

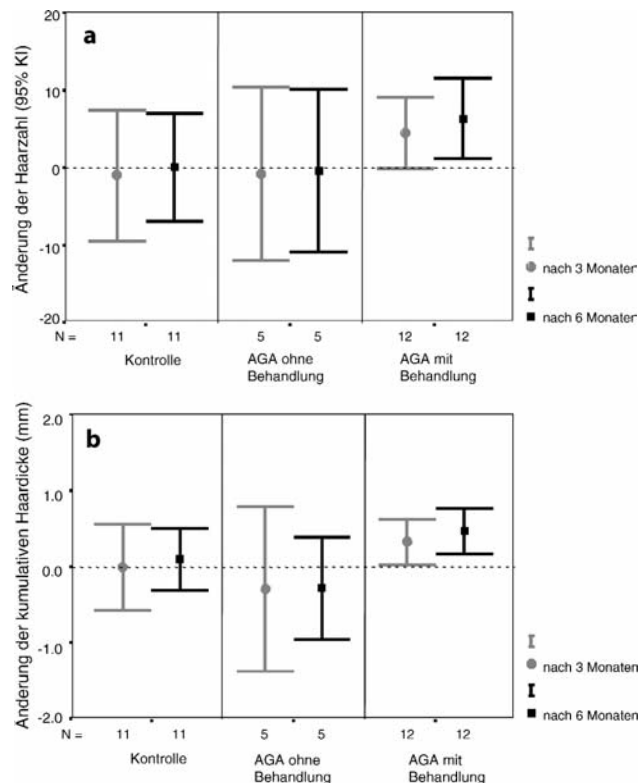


Abb. 3a, b ▲ Berechnung der Haarzahl und der kumulierten Haardicke bei mit Finasterid behandelten Männern. Um die Reproduzierbarkeit der TrichoScan-Ergebnisse über einen Zeitraum von 6 Monaten zu dokumentieren, wurden 11 Männer (Kontrolle) ohne Alopezie rekrutiert, und es wurden am Hinterkopf die Haarzahl und -dicke bestimmt. Es wurde kein signifikanter Unterschied bezüglich der Haarzahl (a) und der kumulierten Haardicke (b) über den Beobachtungszeitraum von 6 Monaten festgestellt. Hingegen zeigten die unbehandelten Männer eine Abnahme und die mit Finasterid behandelten eine Zunahme dieser Parameter

Berechnung der Haarzahl und der kumulierten Haardicke bei Männern mit androgenetischer Alopezie mit oder ohne Finasteridtherapie

Bei allen Männern wurden am Zeitpunkt null sowie nach 3- und 6-monatiger Behandlung die Haarzahl und die kumulierte Haardicke bestimmt. Zur Berechnung der Signifikanzen wurde ein ungepaarter t-Test angewandt. Bei den unbehandelten Männern war kein signifikanter Unterschied bezüglich der Haarzahl und -dicke im gemessenen Areal während des Beobachtungszeitraumes von 6 Monaten festzustellen. Die mit Finasterid behandelten Männer zeigten eine kontinuierliche Zunahme der Haarzahl nach 3 Monaten ($p=0,055$) und nach 6 Monaten ($p=0,021$). Unbehandelte Männer mit androgenetischer Alopezie zeigten eine deutliche Abnahme der kumulierten Haardicke nach 3 und 6 Monaten. Im Vergleich zum Ausgangsbefund zeigten die mit Finasterid behandelten Männer eine statistisch hochsignifikante Zunahme der kumulierten Haardicke nach 3 Monaten ($p=0,034$) und nach 6 Monaten ($p=0,006$) (Tabelle 1; Abb. 3a, b).

Berechnung der Haarzahl und der kumulierten Haardicke bei Männern ohne Alopezie.

Um die Reproduzierbarkeit der TrichoScan-Ergebnisse über einen Zeitraum von 6 Monaten zu dokumentieren, wurden 11 Männer ohne Alopezie rekrutiert, und es wurden am Hinterkopf die Haarzahl und -dicke bestimmt. Es wurde kein signifikanter Unterschied bezüglich der Haarzahl und der kumulierten Haardicke über den Beobachtungszeitraum von 6 Monaten festgestellt (s. Tabelle 1; s. Abb. 3a, b).

Berechnung der Anagen-/Telogenrate und der Haarwachstumsrate am Vertex und am Okziput von Probanden mit androgenetischer Alopezie

Für die Berechnung der Anagen-/Telogenrate gehen wir beim TrichoScan von der Annahme aus, dass nur Anagenhaare wachsen, und dies mit einer durchschnittlichen Wachstumsgeschwindigkeit von 0,3 mm pro Tag. Aus biologischen Gesetzmäßigkeiten heraus erfolgt die Bilddokumentation erst 3 Tage nach der Rasur, da erst dann der Unterschied zwischen den nicht wachsenden (Telogen-) und wachsenden (Anagen-) Haaren deutlich ist. Die

Haarwachstumsrate wurde berechnet aus der Längendifferenz zwischen gewachsenen Anagenhaaren und nicht gewachsenen Telogenhaaren, dividiert durch das Zeitintervall zwischen Rasur und Aufnahme. Zwei Untersucher hatten 3 Bilder analysiert. Im Vergleich zur Okzipitalregion beobachteten wir eine signifikant erniedrigte Anagenhaarrate in der Vertexregion. Außerdem stellten wir fest, dass die Haare in der Vertexregion deutlich langsamer wuchsen als die des Okziputs (Abb. 4a, b).

Berechnung der Haarzahl und der kumulierten Haardicke bei mit Minoxidil behandelten Frauen mit androgenetischer Alopezie

Bei 10 Frauen mit androgenetischer Alopezie wurden zum Zeitpunkt null, nach 4-wöchiger und 6-monatiger Behandlung mit 5% Minoxidil die Haarzahl und die kumulierte Haardicke bestimmt. Zur Berechnung der Signifikanzen wurde ein ungepaarter t-Test angewandt. Die Frauen zeigten im Messareal eine deutliche Zunahme der Haarzahl ($p=0,002$) und der kumulierten Haardicke ($p=0,007$) nach 6-monatiger Therapie (Abb. 5a, b).

Diskussion

Eine Vielzahl von Methoden ist für die Messung von Haarwachstum beschrieben worden [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22]. Je nach der Belastung für den Patienten unterscheiden wir invasive von semi- und nichtinvasiven Verfahren. Das am häufigsten verwendete semiinva-

sive Verfahren ist das Trichogramm. Mit Hilfe der mikroskopischen Differenzierung der verschiedenen Haarwachstumsphasen an epilierten Haaren kann das Trichogramm mit Einschränkung zur Objektivierung und Typisierung eines Effluvioms (Anagen/ Telogen) und zur Therapiekontrolle eingesetzt werden.

Klassisches Trichogramm

Beim klassischen Trichogramm sind mehrere meist schmerzhaft Epilationen durchzuführen. Die mikroskopische Auszählung der Haarwurzeln erlaubt die Berechnung der Anagen-/Telogenrate und damit einen Rückschluss auf die Intensität des Haarverlustes. Nachteilig ist neben der Schmerzhaftigkeit der Epilation und der notwendigen mehrtägigen Haarwaschkarenz, dass der Aussagekraft des Trichogramms recht enge Grenzen gesetzt sind. Entscheidend für die Reproduzierbarkeit sind konstant gehaltene Epilationsbedingungen, denn nur auf diese Weise sind intraindividuelle Verlaufsbeobachtungen möglich. Der Untersucher muss sich im Klaren darüber sein, dass die Epilationsstellen und Epilationsrate von Mal zu Mal unterschiedlich sein werden. Diese Tatsache beeinflusst ganz wesentlich die diagnostische Genauigkeit des Verfahrens. Aufgrund dieser Gegebenheiten hat das Trichogramm zwar einen berechtigten Platz für die grobe Beurteilung von Haarverlust, als Instrument für die genaue Therapiekontrolle ist das Trichogramm jedoch eher ungeeignet.

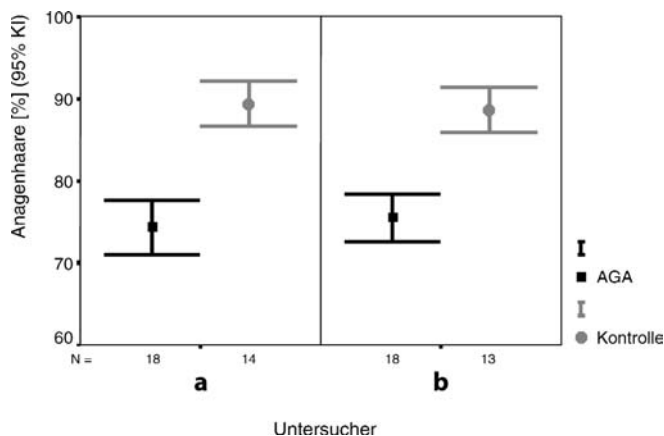


Abb. 4a, b ▲ Analyse der Anagen-/Telogenrate und der Haarwachstumsrate am Vertex und am Okziput. Zwei Untersucher (Untersucher A und B) hatten 3 Bilder analysiert. Im Vergleich zur Okzipitalregion beobachteten wir eine signifikant erniedrigte Anagenhaarrate in der Vertexregion (a). Außerdem stellten wir fest, dass die Haare in der Vertexregion deutlich langsamer wuchsen als die des Okziputs (b)

Fototrichogramm

Das Fototrichogramm [17, 20, 23] kann als ein verbessertes Trichogramm angesehen werden. Hier werden die Haare nicht epiliiert, sondern rasiert, und das entsprechende Areal wird mehrmals entweder herkömmlich oder digital fotodokumentiert. Ein Vergleich der Bilder nach frischer Rasur und nach 2 Tagen erlaubt die Zählung der wachsenden Haare und damit die Berechnung der Anagen- oder Telogenrate. Bei der Beurteilung des Untersuchungsergebnisses gelten die gleichen Einschränkungen wie für das klassische Trichogramm. Das Fototrichogramm erlaubt aber die zusätzliche Bestimmung der Haarzahl in einem definierten Areal und ist somit exakter. Von Nachteil ist neben dem hohen technischen, finanziellen und zeitlichen Aufwand auch der Umstand, dass bislang keine Möglichkeit bestand, die umständliche manuelle Auszählung der Haare am Computerbildschirm zu automatisieren, und daher konnte sich diese Technik in der Praxis bislang nicht durchsetzen; sie wird aber im Rahmen von klinischen Studien angewandt.

TrichoScan

Bislang gab es somit noch keine wirklich praktikable Methode, um alle Parameter (Haardichte [n/cm²]; Haardicke [µm]; Anagen-/Telogenrate; Haarwachstumsrate [mm/Tag]) des Haarwachstums zu bestimmen. Mit dem TrichoScan konnten wir eine derartige Technik entwickeln. Sie ist einfach und lässt sich im Prinzip mit allen Auflichtmikroskopiegeräten oder entsprechend ausgerüsteten Digitalkameras durchführen. Die ausgezeichnete Intra- und Interklassenkorrelation von etwa 91% bzw. 97% belegt die sehr gute Reproduzierbarkeit der Messergebnisse. Durch sequenzielle Aufnahmen, z. B. vor und nach Therapie, lassen sich detaillierte Aussagen über Therapieerfolg oder -misserfolg machen. Wenngleich unsere Messungen des Therapieeffektes von Finasterid nur an wenigen Patienten durchgeführt wurden, so belegen die gewonnenen Daten die Bedeutung des Verfahrens für die klinische Prüfung von Trichopharmaka. Der Vorteil des TrichoScan liegt in der einfachen und schnellen Bildaufnahme, der Schmerzlosigkeit des Verfahrens, der Reproduzierbarkeit und der Archivierbarkeit der Ergebnisse. Des Weiteren las-

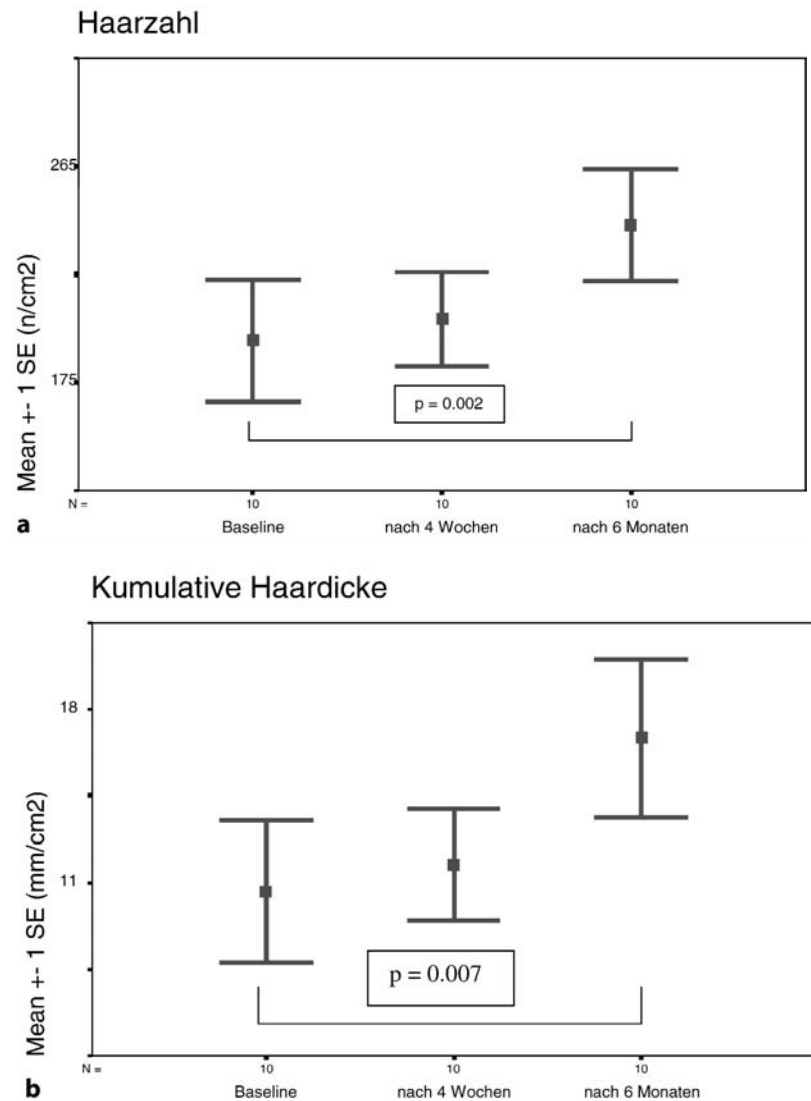


Abb. 5a, b ▲ Berechnung der Haarzahl und der kumulierten Haardicke bei mit Minoxidil behandelten Frauen. Bei 10 Frauen mit androgenetischer Alopezie wurden vom Zeitpunkt null, nach 4-wöchiger und 6-monatiger Behandlung mit 5% Minoxidil die Haarzahl und die kumulierte Haardicke bestimmt. Die mit Minoxidil behandelten Frauen zeigten im Messareal eine deutliche Zunahme der Haarzahl (a) und der kumulierten Haardicke nach 6-monatiger Therapie (b)

sen sich auch blonde und graue Haare quantifizieren, und ein Therapieeffekt ist bereits nach 3 Monaten messbar. Im Rahmen klinischer Studien wird durch eine rote, punktförmige Tätowierung gewährleistet, dass stets dasselbe Areal analysiert wird. Das TrichoScan ist daher geeignet, das klassische Trichogramm in der ärztlichen Praxis zu ersetzen. Bei Verwendung in der Haarsprechstunde ist anzunehmen, dass das TrichoScan die Compliance von Patienten mit androgenetischer Alopezie erhöht. Des Weiteren findet das TrichoScan seine Anwendung bei klinischen Studien zum Nachweis des Effektes von Haartherapeutika oder auch des Effektes einer Laserepilation. Das TrichoScan scheint für die Beurteilung der Haardich-

te ein in der Praxis geeignetes Verfahren zu sein. Der zusätzliche apparative Aufwand ist eher gering, da Geräte für die Auflichtmikroskopie in vielen Praxen vorhanden sind.

Danksagung. Mein Dank gilt den Herren Ellwanger und Lüdtko von der Fa. DatInf für die Programmierung der Software.

Literatur

1. Alcaraz MV, Villena A, Perez de Vargas I (1993) Quantitative study of the human hair follicle in normal scalp and androgenetic alopecia. *J Cutan Pathol* 20:344–349
2. Barman JM, Pecoraro V, Astore I (1964) Method, technique and computations in the study of the trophic state of human scalp hair. *J Invest Dermatol* 42:421–425

3. Barth JH (1986) Measurement of hair growth. Clin Exp Dermatol 11:127–138
4. Barth JH, Rushton DH (1995) Measurement of hair growth. In: Serudp J, Jemee GBE (eds) Non-invasive methods and the skin. CRP Press, Ann Arbor, pp 543–548
5. Blume-Peytavi U, Orfanos CE (1995) Microscopy of the hair. In: Serudp J, Jemee GBE (eds) Non-invasive methods and the skin. CRP Press, Ann Arbor, pp 549–554
6. Bouhanna P (1985) The phototrichogram, a macro-photographic study of the scalp. Bioengineer Skin 3:265
7. Canfield D (1996) Photographic documentation of hair growth in androgenetic alopecia. Dermatol Clin 14:713–721
8. D'Amico D, Vaccaro M, Guarneri F, Borgia F, Cannavo S, Guarneri B (2001) Phototrichogram using videomicroscopy: a useful technique in the evaluation of scalp hair. Eur J Dermatol 11:17–20
9. de Lacharriere O, Deloche C, Misciali C et al. (2001) Hair diameter diversity: a clinical sign reflecting the follicle miniaturization. Arch Dermatol 137:641–646
10. Guarrera M, Ciulla MP (1986) A quantitative evaluation of hair loss: the phototrichogram. J Appl Cosmetol 4:61–66
11. Hamilton JB (1951) Patterned loss of hair in man: types and incidence. Ann NY Acad Sci 53:708–728
12. Hayashi S, Miyamoto I, Takeda K (1991) Measurement of human hair growth by optical microscopy and image analysis. Br J Dermatol 125:123–129
13. Headington JT (1984) Transverse microscopic anatomy of the human scalp. A basis for a morphometric approach to disorders of the hair follicle. Arch Dermatol 120:449–456
14. Hoffmann R (2001) TrichoScan: combining epiluminescence microscopy with digital image analysis for the measurement of hair growth in vivo. Eur J Dermatol 11:362–368
15. Kreusch J, Rassner G, Trahn C, Pietsch-Breitfeld B, Henke D, Selbmann HK (1992) Epiluminescent microscopy: a score of morphological features to identify malignant melanoma. Pigment Cell Res Suppl 2:295–298
16. Ludwig E (1977) Classification of the types of androgenetic alopecia (common baldness) occurring in the female sex. Br J Dermatol 97:247–254
17. Neste DJ (2001) Contrast enhanced phototrichogram (CE-PTG): an improved non-invasive technique for measurement of scalp hair dynamics in androgenetic alopecia – validation study with histology after transverse sectioning of scalp biopsies. Eur J Dermatol 11:326–331
18. Price VH, Menefee E, Strauss PC (1999) Changes in hair weight and hair count in men with androgenetic alopecia, after application of 5% and 2% topical minoxidil, placebo, or no treatment. J Am Acad Dermatol 41:717–721
19. Rushton DH (1993) Management of hair loss in women. Dermatol Clin 11:47–53
20. Rushton H, James KC, Mortimer CH (1983) The unit area trichogram in the assessment of androgen-dependent alopecia. Br J Dermatol 109:429–437
21. Saitoh M, Uzuka M, Sakamoto M (1970) Human hair cycle. J Invest Dermatol 54:65–81
22. Van Neste DJJ (1989) Dynamic exploration of hair growth: Critical review of methods available and their usefulness in the clinical trial protocol. In: Van Neste DJJ, Lachapelle JM, Antoine JL (eds) Trends in human hair growth and alopecia research. Kluwer, Dordrecht, pp 143–154
23. Van Neste DJJ, Dumrotier M, De Coster W (1989) Phototrichogram analysis: technical aspects and problems in relation with automated quantitative evaluation of hair growth by computer-assisted image analysis. In: Van Neste DJJ, Lachapelle JM, Antoine JL (eds) Trends in human hair growth and alopecia research. Kluwer, Dordrecht, pp 155–165

C. Raulin/B. Greve

Laser und IPL-Technologie in der Dermatologie und Ästhetischen Medizin

Stuttgart: Schattauer 2001, 180 S., 200 Abb., 25 Tab., (ISBN 3-7945-2042-4), gebunden, 109.00 EUR

Vor fast genau 20 Jahren wurde mit der Erstbeschreibung der selektiven Photothermolyse in der Medizin der Grundstein für eine Vielzahl neuer Therapieindikationen gelegt. Seither ist der Laser als berührungsfreies, selektiv wirksames chirurgisches Instrument in der operativen Dermatologie und Ästhetischen Medizin nicht mehr wegzudenken. Mit der rasanten Forschung auf dem Gebiet der Laser-Gewebe-Wechselwirkungen steht uns heute eine Breite an verschiedenen Lasersystemen zur Verfügung, die fast das gesamte Spektrum im sichtbaren Bereich, nahen, mittleren und fernen Infrarot abdeckt. Sich in der Fülle der immer größer werdenden Zahl an Laseranbietern, Lasersystemen, Wellenlängen und Bestrahlungsparametern ein kritisches Standbein zu bewahren wird immer schwieriger und macht letztlich eine intensive Auseinandersetzung mit der Thematik unumgänglich. Mit dem von C. Raulin und B. Greve im Schattauer-Verlag erschienenen Buch „Laser und IPL-Technologie in der Dermatologie und Ästhetischen Medizin“ ist eines der umfassendsten Werke im deutschsprachigen Raum erschienen. Die Grundlagen der Laser-Gewebe-Wechselwirkungen, deren Kenntnis für den indikationsbezogenen und korrekten Einsatz des Lasers essentiell sind, sind im ersten Teil des Buches didaktisch hervorragend dargestellt und durch übersichtliche Abbildungen und Tabellen veranschaulicht. Die Abhandlung der klinischen

Einsatzmöglichkeiten erfolgt in den daran anschließenden Kapiteln sowohl ausgehend von den jeweiligen, heute zur Verfügung stehenden, Lasersystemen als auch ausgehend von den in Gruppen zusammengestellten und jeweils alphabetisch geordneten Indikationen. Tabellen über Indikationsspektrum und Therapieerfolg, bezogen auf die einzelnen Lasersysteme, dienen der schnellen vergleichenden Übersicht. Eine besondere Herausstellung verdient dieses Buch, da es die IPL-Technologie bisherigen Lasersystemen indikationsbezogen vergleichend gegenüberstellt und stets den wichtigen Vergleich mit konventionellen Therapieverfahren nicht außer Acht lässt. Kapitel wie Faltenbehandlung und Epilation sind ebenfalls ausführlich dargestellt. Durch reichhaltiges Bildmaterial von größtenteils exzellenter Bildqualität wird der klinische Verlauf in zumeist mehreren Sitzungen dargestellt. Wünschenswert wären jedoch zusätzliche intraoperative Darstellungen, Angaben über intraoperatives Procedere sowie der verwendeten Laserparameter. Lobenswert ist, dass mit dem Werkzeug Laser kritisch umgegangen wird. Problemstellungen und Grenzen der einzelnen Laserverfahren werden anschaulich diskutiert, Behandlungsfehler eindrucksvoll aufgezeigt. Insgesamt ein sehr umfassendes und gelungenes Buch, dass durch die variable mögliche Handhabung als systematisches Lehrbuch wie auch Nachschlagewerk einen breiten Einsatz für den Kliniker, den niedergelassenen Dermatologen als auch den Studierenden bietet. Umfassende, in den Text eingearbeitete Literaturangaben machen das vorliegende Buch zudem zu einer gelungenen Zusammenfassung der Fülle an bislang publizierter Laserliteratur in der Dermatologie.

A. Hartmann (Würzburg)