

# Laserepilation bei Hidradenitis suppurativa/ Acne inversa und Pilonidalsinus

## Laser Epilation for the Treatment of Hidradenitis suppurativa/ Acne inversa and Pilonidal sinus

### Autoren

S. Hessam, M. Sand, D. Georgas, F. G. Bechara

### Institut

Abteilung für Dermatochirurgie, Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Ruhr-Universität Bochum

### Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1344222>  
Akt Dermatol 2013; 39: 268–277  
© Georg Thieme Verlag KG  
Stuttgart · New York  
ISSN 0340-2541

### Korrespondenzadresse

**Priv.-Doz. Dr. med.  
Falk G. Bechara**  
Abteilung für Dermatochirurgie  
Klinik für Dermatologie,  
Venerologie und Allergologie  
Ruhr-Universität Bochum  
Gudrunstr. 56  
44791 Bochum  
f.bechara@klinikum-bochum.de

### Zusammenfassung

Bei der Hidradenitis suppurativa/Acne inversa (HS/AI) scheint die Laserepilation v. a. in initialen Stadien einen erfolgversprechenden Therapieansatz darzustellen. Beim Pilonidalsinus (PS) wird die Laserepilation überwiegend als adjuvante Therapie nach operativen Eingriffen zur Senkung der Rezidivrate empfohlen. Der Vergleich der Studienlage bei der HS/AI und dem PS zeigt, dass mehr Studien zur Laserepilation beim PS vorliegen. Die Arbeiten zur HS/AI weisen geringere Patientenzahlen und kürzere Nachbeobachtungszeiten auf. Auch gibt es bei der HS/AI bislang weder Untersuchungen zum Einsatz der Laserepilation als Rezidivprophylaxe, noch liegen Daten zum kombinierten Einsatz von Laserepilation und anderen konservativen Therapien, wie z. B. Antibiotika, vor.

### Einleitung

Hidradenitis suppurativa/Acne inversa (HS/AI) und Pilonidalsinus (PS; Synonym: Sinus pilonidalis) sind entzündliche Hauterkrankungen mit chronischem Verlauf, bei denen sich konservative Therapieoptionen oft als insuffizient erweisen. Beiden gemeinsam ist eine pathogenetische Bedeutung des Haars bzw. der Haarfollikel. Betroffene Patienten haben eine signifikante Morbidität und Einschränkung der Lebensqualität [1–3]. Der folgende Übersichtsartikel befasst sich mit dem Einsatz von Laser- und Lichtsystemen bei beiden Krankheitsbildern.

### Hidradenitis suppurativa/Acne inversa

Bei der HS/AI handelt es sich um eine chronisch-rezidivierende, entzündliche Hauterkrankung, die in terminalfollikel- und apokrin-drüsenreichen Hautregionen auftritt [4]. Neuere Daten weisen auf eine follikuläre Hyperkeratose und Obstruktion der Haarfollikel hin [5,6]. Im Verlauf kann

Eine eindeutige Empfehlung bezüglich eines einheitlichen Therapieprotokolls lässt sich nach Durchsicht der Literatur aufgrund der heterogenen Behandlungsparameter (Anzahl der Sitzungen, Abstände zwischen den Sitzungen, Energieeinstellungen) nicht ableiten.

Zusammenfassend legen die Ergebnisse der durchgeführten Studien nahe, dass unabhängig vom eingesetzten Lasertyp die Laserepilation effektiv in der Behandlung der HS/AI und des PS zu sein scheint. Neben einem positiven Einfluss auf die Wundheilung deuten die Ergebnisse daraufhin, dass die Laserepilation die Rezidivrate und das Fortschreiten der Erkrankung positiv beeinflussen kann. Dabei war die Laserepilation in allen Studien einfach durchführbar und komplikationsarm.

sich eine perifollikuläre lymphozytäre Entzündung, Follikelruptur und die Ausbildung von subkutan gelegenen Knoten und Abszessen zeigen. Häufig kommt es zusätzlich zu einer nachfolgenden Fibrose- und Sinusbildung, welche bis hin zur Entstehung von Fistelgängen führen kann [5, 7–10]. Die HS/AI wird nach Hurley in drei Stadien eingeteilt. Im Stadium I zeigen sich solitäre oder multiple Abszesse ohne Fistelgänge oder Narbenstränge. Im Stadium II zeigt sich ein Bild mit Abszessen, Fistelgängen und Narben. Im schwersten Stadium III bestehen multiple, teils miteinander verbundene Fistelgänge und Abszesse im gesamten betroffenen Hautareal [11].

Die Therapie richtet sich nach dem Stadium und der Schwere der Erkrankung. Milde Formen können medikamentös mit topischen und systemischen Antibiotika behandelt werden [12,13]. Alternativ gibt es Berichte zum Einsatz von Hormontherapien [14–17], oralen Retinoiden [18], Immunsuppressiva [19,20] und Biologika [21–23]. Nicht selten kommt es jedoch zu Rezidiven

bzw. ist die Therapie ineffektiv. Als Therapie der Wahl gilt vor allem bei fortgeschrittenen Stadien die chirurgische Entfernung aller befallenen Areale [3, 24–28].

### Pilonidalsinus

Der Pilonidalsinus ist eine akut oder chronisch verlaufende Entzündung der Haut der Gesäßfalte mit einem oder mehreren blind endenden Gängen in der Haut und/oder im subkutanen Fettgewebe [29]. Im 2. und 3. Lebensjahrzenth tritt die Erkrankung gehäuft auf. Männer sind mit einem Anteil von 4 bis 2 : 1 häufiger betroffen [30–32].

Der PS wird heute überwiegend als eine erworbene Erkrankung angesehen, bei der Haare eine entscheidende Rolle in der Pathogenese spielen [33–35]. Durch Reibebewegungen der Haut durchdringen Haare die Epidermis und lösen eine Fremdkörperreaktion aus, was zu einer chronischen Entzündung mit Bildung von Granulationsgewebe und Fisteln führen kann [36, 37]. Übergewicht, Nikotinkonsum, mangelnde perianale Hygiene, Hyperhidrose und starke Behaarung zählen zu den wichtigsten Risikofaktoren [34, 38–40].

Therapie der Wahl ist die Operation. Nach der Exzision kann die Wunde der sekundären Wundheilung überlassen oder plastisch rekonstruiert werden [41–44]. Vermehrte Behaarung im Bereich der Analfalte scheint die Häufigkeit sowie die Schwere von Rezidiven nach operativer Sanierung zu erhöhen [29, 34, 45].

### Prinzipielle Überlegungen zum Einsatz von Laser- und Lichtsystemen



Der Einsatz von Laser- und Lichtsystemen zur Haarentfernung für ästhetische Indikationen ist bereits in den frühen 90er-Jahren beschrieben worden [46, 47]. Das Therapieprinzip besteht in einer selektiven Energieabsorption durch den Hauptchromophor Melanin, das in der Haarmatrix und im Haarschaft zu finden ist. Die Absorption einer Wellenlänge zwischen 600–1100 nm führt hierbei zu einer selektiven Fotothermolyse der Haarfollikel [46, 48–52] und der perifollikulären Dermis [53].

Jeder Haarfollikel durchläuft zyklisch Aktivitätsphasen. Dabei wird zwischen der anagenen (Wachstums-) und der telogenen/katagenen (Ruhe-) Phase unterschieden. Es scheint, dass aufgrund des höheren Melaningehaltes Haare in der anagenen Wachstumsphase sensitiver auf die Fotothermolyse reagieren als Haare im katagenen oder telogenen Stadium [54–56]. Dabei steigt der Effekt der Laserepilation mit der Anzahl der Behandlungen [52]. Durchschnittlich zeigt sich eine 70–90%ige Haardichtereduktion nach 6 Monaten [57]. Gleichwohl zeigen die bisherigen Daten, dass die Laserepilation zu keiner kompletten bzw. persistenten Haarentfernung führt [52].

Patienten mit hellem Hauttyp und dunklen Haaren sind am besten zur Laserepilation geeignet. Wiederwachsende Haare sind oft dünn und heller [52, 56]. Die häufigsten beschriebenen Komplikationen sind Hypo- und Hyperpigmentierung, daneben Erythem, perifollikuläres Ödem, Krustenbildung, Bläschenbildung bis hin zur Narbenbildung [58].

Bisher wurden eine Reihe von Laser- und Lichtsysteme erfolgreich zur Haarentfernung eingesetzt. Hierbei handelt es sich um die Festkörperlaser Rubinlaser (695 nm), Alexandritlaser (755 nm) und Nd:YAG (Neodymium:yttrium-aluminium-garnet)-Laser (1064 nm) sowie um den Diodenlaser (800 nm) und die hochenergetische Blitzlampe (Intense Pulsed Light, IPL) (400–1200 nm) [46, 59–61].

Eine gute Effektivität konnte insbesondere für den Alexandrit- und den Diodenlaser gezeigt werden [54, 58]. Die Wellenlängen 755 nm und 810 nm scheinen eine optimale Epilation durch ideale Melaninabsorption und Eindringtiefe bei Patienten mit einem Hauttyp II nach Fitzpatrick herbeizuführen [62]. Wohingegen die hochenergetische Blitzlampe weniger effektiv für eine permanente Haarentfernung über 6 Monate hinaus zu sein scheint [52]. Im Vergleich scheint der Nd:YAG-Laser weniger effektiv bei hellen Hauttypen, jedoch sicherer bei dunklen Hauttypen (Hauttyp IV–VI nach Fitzpatrick) und bei Patienten mit Pseudofolliculitis barbae zu sein. Ebenso scheint der Nd:YAG-Laser tiefer in die Dermis einzudringen [54, 56, 62].

Neben der ästhetischen Indikation gibt es Berichte über den therapeutischen Einsatz der Laserepilation bei chronisch follikulären Erkrankungen, wie die Pseudofolliculitis barbae oder Perifolliculitis capitis abscedens et suffodiens [63–66].

Die Therapie der HS/AI und des PS ist schwierig und Rezidive nach konservativer Therapie sind häufig. Traditionelle Methoden der Haarentfernung sind oft durch einen kurzen temporären Effekt limitiert und für den Patienten oft mühsam durchzuführen. Petersen et al. [67] konnten darüber hinaus zeigen, dass die postoperative Nassrasur einen negativen Effekt auf die Rezidivrate beim PS hat. Aufgrund der pathogenetischen Bedeutung des Haarfollikels bzw. des Haars ist der therapeutische Effekt einer Epilation mit verschiedenen Lasern und der hochenergetischen Blitzlampe bei HS/AI und PS untersucht worden (► Tab. 1 und ► Tab. 2). Vorrangig gibt es Berichte zum Einsatz von schneidenden Systemen (z. B. CO<sub>2</sub>-Laser) als reinem Skalpell-Ersatz [68–77]. Im vorliegenden Review liegt der Fokus hingegen auf Epilationen und der hochenergetischen Blitzlampe, die durch eine Follikeldestruktion möglicherweise einen kausalen Therapieansatz darstellen könnten. Arbeiten zu schneidenden Lasern als Skalpell-Ersatz werden nicht besprochen.

### Laserepilation bei HS/AI Nd:YAG-Laser

Die meisten Daten zur Laserepilation bei HS/AI liegen für den Nd:YAG-Laser vor [78–81].

Tierney et al. [78] konnten bei 22 Patienten mit HS/AI im Stadium II und III nach Hurley nach 3 Sitzungen mit dem Nd:YAG-Laser eine Verbesserung von 65,3% (modifizierter Hidradenitis suppurativa Lesion, Area und Severity Index [HS-LASI]; beim modifizierten HS-LASI wird zusätzlich zum ursprünglichen HS-LASI das Ausmaß der Patientensymptome berücksichtigt [82]) zeigen. In einer Folgestudie des Kollektivs mit einem Follow-up von 2 Monaten konnte eine Verbesserung von 72,7% gezeigt werden, ohne einen Anhalt für Rezidive zu beobachten [79]. Laut den Autoren unterstreichen die Daten die pathogenetische Bedeutung der Haarfollikel bei HS/AI. Areale mit einer dichten dunklen Behaarung (z. B. Axilla) wiesen ein besseres Ansprechen auf die Laserepilation auf als Regionen mit feiner Vellus-Behaarung (z. B. inframammär). Dies scheint die therapeutische Bedeutung der Fotothermolyse von terminalen Haaren zu untermauern.

Xu et al. [80] führten histologische Untersuchungen an 20 Patienten im Stadium II nach Hurley durch. Nach zwei Laserungen im Abstand von 4 Wochen konnte mittels modifiziertem HS-LASI eine 31,6%ige Verbesserung beobachtet werden. Histologisch zeigten sich eine Woche nach der ersten Laserung verstärkte oberflächliche und tiefe Entzündungsinfiltrate, welche die Autoren als Reaktion auf die Fotothermolyse werten. Zwei Monate nach Laserung zeigte sich eine Verringerung der perifollikulären Inflammation und ein Umbau der oberen Dermis zu Narben- und

**Tab. 1** Literaturübersicht über die Laserepilation bei Hidradenitis suppurativa/Akne inversa.

Autor, Studiendesign, Jahr	Patientenanzahl	Schweregrad-Klassifikation nach Hurley	Typ	Laser-Einstellungen	Nachbeobachtungszeit	Ergebnis
Downs, Fallbericht, 2004 [83]	1	nicht angegeben	1450 nm-Diodenlaser	14 J/cm <sup>2</sup> , 50 ms, 6 mm	nicht angegeben	Reduktion von Schmerzen, Rötung und Schwitzen, Reduktion in der VAS von 8 auf 2 Punkte
Tierney et al., randomisierte kontrollierte Studie, 2009 [78]	22	Stadium II + III	1064 nm-langgepulster-Nd:YAG-Laser	Hauttyp I – III: 40 – 50 J/cm <sup>2</sup> , 20 ms, 10 mm Hauttyp IV – V: 25 – 35 J/cm <sup>2</sup> , 35 ms, 10 mm	1 Monat	65,3 %ige Verbesserung der gelaserten Bereiche (modifizierter HS-LASI) – keine signifikante Verbesserung der Kontrollseite
Mahmoud et al., randomisierte kontrollierte Studie, 2010 [79]	22	Stadium II	1064 nm-langgepulster-Nd:YAG-Laser	Hauttyp I – III: 40 – 50 J/cm <sup>2</sup> , 20 ms, 10 mm Hauttyp IV – V: 25 – 35 J/cm <sup>2</sup> , 35 ms, 10 mm	2 Monate	72,7 %ige Verbesserung der gelaserten Bereiche (modifizierter HS-LASI) 2 Monate nach der letzten Laserung – keine signifikante Verbesserung der Kontrollseite
Highton et al., randomisierte kontrollierte Studie, 2011 [84]	18	Stadium II + III	420 nm-hochenergetische Blitzlampe (IPL)	7 – 10 J/cm <sup>2</sup> ; 30 – 50 ms	12 Monate	56 %ige Verbesserung nach 3 Monaten nach Laserung, 44 % nach 6 Monaten, 33 % nach 12 Monaten (Hidradenitis Suppurativa Examination Scoring System) <sup>1</sup>
Xu et al., prospektive Studie, 2012 [80]	20	Stadium II	1064 nm-langgepulster-Nd:YAG-Laser	Hauttyp I – III: 40 – 50 J/cm <sup>2</sup> , 20 ms, 10 mm Hauttyp IV – V: 25 – 35 J/cm <sup>2</sup> , 35 ms, 10 mm	2 Monate	31,6 %ige Verbesserung nach 2 Monaten (modifizierter HS-LASI)
Jain und Jain, Pilotstudie, 2012 [81]	4	nicht angegeben	CO <sub>2</sub> -Laser und 1064 nm-langgepulster-Nd:YAG-Laser	Laserepilation mit Nd:YAG-Laser: 30 J/cm <sup>2</sup> , 30 ms, 10 mm Abdeckung mit CO <sub>2</sub> -Laser: 30 W, continuous ablative mode mit sekundärer Wundheilung	3 Jahre	Kein Rezidiv

IPL = Intense Pulsed Light, modifizierter HS-LASI = modifizierter Hidradenitis suppurativa Lesion, Area und Severity Index, Nd:YAG-Laser = Neodymiumyttrium-aluminium-garnet-Laser, VAS = Visuelle Analog Skala.  
1 = Schmerzen nach Laserung.

Tab. 2 Literaturübersicht über die Laserepilation bei Pilonidal sinus.

Autor, Studiendesign, Jahr	Patientenanzahl	Typ	Laser-Einstellungen	Therapieschema	Nachbeobachtungszeit	Ergebnis
Lavelle et al., Fallbericht, 2002 [94]	1	694 nm-Rubinlaser	6,0 – 7,2 J/cm <sup>2</sup> , 2 ms, 14 mm	5 Sitzungen, 6 Wochen Intervall	6 Monate	Kein Rezidiv
Odili und Gault, retrospektive Studie, 2002 [85]	14	755 nm-Alexandritlaser oder 694 nm-Rubinlaser	Alexandritlaser: 12 – 40 J/cm <sup>2</sup> Rubinlaser: 14,5 – 25 J/cm <sup>2</sup>	1 – 10 Sitzungen, Intervall: nicht angegeben	1 – 5 Jahre	8 Patienten nach 12 Monaten, 2 Patienten nach 24 Monaten rezidivfrei; Nach 5 Jahren Follow-up: 4 Patienten mit Rezidiv, diese erhielten weitere 4 Sitzungen mit dem Alexandritlaser und waren nach 12 Monaten rezidivfrei
Downs und Palmer, Fallserie, 2002 [86]	5	755 nm-Alexandritlaser	22 – 26 J/cm <sup>2</sup> , 10 ms, 10 mm	3 – 5 Sitzungen, mind. 2 Monate Intervall	6 – 17 Monate	Kein Rezidiv <sup>1</sup>
Benedetto und Lewis, Fallbericht, 2005 [40]	2	800 nm-Diodenlaser	Patient 1: 30 – 40 J/cm <sup>2</sup> , 15 – 17 ms Patient 2: 30 – 48 J/cm <sup>2</sup> , 15 – 24 ms	Patient 1: 2 Sitzungen Patient 2: 6 Sitzungen + topisches Eflornithin	Patient 1: 5,5 Jahre Patient 2: 3 Jahre	Kein Rezidiv
Landa et al., Fallserie, 2005 [90]	6	755 nm-Alexandritlaser Bei 2 Patienten zusätzlich 695 – 755 nm-hochenergetische Blitzlampe (IPL)	Alexandritlaser: 16 – 18 J/cm <sup>2</sup> , 18 mm, 3 ms, IPL: 30 – 37 J/cm <sup>2</sup> , 2 – 5 ms	3 – 11 Sitzungen, 6 – 8 Wochen Intervall und im Verlauf 8 – 16 Wochen Intervall	6 – 11 Monate	Rezidiv bei einem Patienten
Sadick und Yee-Levin, Fallserie, 2006 [95]	5	800 nm-Diodenlaser oder 645 nm-hochenergetische Blitzlampe (IPL)	Diodenlaser: 28 – 30 J/cm <sup>2</sup> , 30 ms IPL: 34 – 36 J/cm <sup>2</sup> , 2,4 – 4,2 ms, 57 – 60 ms	4 – 5 Sitzungen	Diodenlaser: 7 – 36 Monate IPL: 12 – 36 Monate	Rezidiv bei einem Patienten nach 36 Monaten
Schulze et al., Pilotstudie, 2006 [35]	23	590 – 1200 nm-hochenergetische Blitzlampe (IPL)	20 – 65 J/cm <sup>2</sup> , 2,5 – 7 ms	Zwei Wochen nach chirurgischem Eingriff (entw. Inzision und Drainage oder in Kombination mit ausgedehnter Exzision sowie primärem Verschluss) 1 – 4 Sitzungen	nicht angegeben	Kein Rezidiv, bei 7 Patienten oberflächliche Nahtdehiszenz nach primärem Verschluss
Conroy et al., retrospektive Studie, 2008 [87]	14	755 nm-Alexandritlaser	15 – 30 J/cm <sup>2</sup> , 10 – 40 ms	3 – 6 Sitzungen, 6 Wochen Intervall	12 Monate	Kein Rezidiv <sup>2</sup>
Badawy und Kanawati, prospektive kontrollierte Studie, 2009 [33]	25	1064 nm-langgepulster Nd:YAG-Laser	40 – 50 J/cm <sup>2</sup> , 30 ms, 10 mm	15 Patienten: 3 – 8 Sitzungen, 6 – 8 Wochen Intervall 10 Patienten als Kontrollgruppe	12 – 23 Monate	Kein Rezidiv in der Laserggruppe <sup>3</sup> ; 7 Patienten mit Rezidiv in der Kontrollgruppe
Lindholt et al., Fallbericht, 2009 [91]	1	1064 nm-langgepulster Nd:YAG-Laser	40 J/cm <sup>2</sup> , 3 ms, 15 mm	2 Sitzungen, 4 Wochen Intervall	9 Monate	Kein Rezidiv <sup>4</sup>
Oram et al., klinische Evaluation, 2010 [45]	60	755 nm-Alexandritlaser	Cynosure Apogee 5500: 20 – 27 J/cm <sup>2</sup> , 3 ms, 12 – 15 mm Candela Gentlelase: 14 – 20 J/cm <sup>2</sup> , 3 ms, 18 mm	2 – 5 Sitzungen, 6 – 8 Wochen Intervall	Durchschnittlich 4,8 Jahre	Rezidivrate von 13,3 % (8/60); bei 6 Patienten Rezidiv nach 5 – 7 Jahren und bei 2 Patienten innerhalb von 2 Jahren
Yeo et al., Fallbericht, 2010 [92]	2	1064 nm-langgepulster Nd:YAG-Laser	nicht angegeben	Patient 1: 4 Sitzungen Patient 2: 2 Sitzungen 4 Wochen Intervall	9 – 12 Monate	Kein Rezidiv
Abbas et al., retrospektive Studie, 2010 [88]	5	755 nm-Alexandritlaser	16 – 18 J/cm <sup>2</sup> , 3 ms, 18 mm	2 – 3 Sitzungen, 6 – 8 Wochen Intervall	12 – 36 Monate	Kein Rezidiv

Tab. 2 (Fortsetzung)

Autor, Studiendesign, Jahr	Patientenanzahl	Typ	Laser-Einstellungen	Therapieschema	Nachbeobachtungszeit	Ergebnis
Ghnam und Hafez, randomisierte kontrollierte Studie, 2011 [89]	86	755 nm-Alexandritlaser	14–16 J/cm <sup>2</sup> , 3 ms, 15 mm	45 Patienten: 4 Sitzungen, 4 Wochen Intervall 41 Patienten: Konventionelle Haarentfernung mit Rasierklinge und Enthaarungscreme	1–3 Jahre	Kein Rezidiv in der Lasergruppe; Rezidiv bei 2 Patienten in der Kontrollgruppe
Lindholt-Jensen et al., klinische Evaluation, 2012 [93]	41	1064 nm-langgepulster-Nd:YAG-Laser	40 J/cm <sup>2</sup> , 3 ms, 15 mm	1–9 Sitzungen, 2–4 Wochen Intervall	Durchschnittlich 15,2 Monate	Rezidiv bei 3 Patienten <sup>4</sup>
Jain und Jain, Pilotstudie, 2012 [81]	5	CO <sub>2</sub> -Laser und 1064 nm-langgepulster-Nd:YAG-Laser	Laserepilation mit Nd:YAG-Laser: 30 J/cm <sup>2</sup> , 30 ms, 10 mm Abdeckung mit CO <sub>2</sub> -Laser: 30 W, continuous ablative mode mit sekundärer Wundheilung	Nd:YAG-Laser: 4–5 Sitzungen, 2–3 Monate Intervall	3 Jahre	Kein Rezidiv

IPL = Intense Pulsed Light, Nd:YAG-Laser = Neodymium:yttrium-aluminium-garnet-Laser.

1 = Bläschenbildung und Schmerzhaftigkeit zwischen den einzelnen Lasersitzungen bei zwei Patienten

2 = Schmerzen nach Laserung

3 = Schmerzen, Rötung und Follikulitis nach Laserung

4 = initial Rötung und Schmerzen, regredient im Verlauf der Therapie

Fibrosegewebe. Die histologischen Veränderungen korrelierten mit einer Verbesserung des modifizierten HS-LASI.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit untersuchten Jain und Jain [81] die Kombination von Nd:YAG-Laser und CO<sub>2</sub>-Laser bei 4 Patienten mit HS/AI und bei 5 Patienten mit PS. Es erfolgte zunächst die Laserepilation mittels Nd:YAG-Laser, gefolgt von einer Abdeckung der Fistelgänge (deroofting) mittels CO<sub>2</sub>-Laser. Die Wunden wurden der sekundären Wundheilung überlassen. Im Anschluss erfolgten im Abstand von 2–3 Monaten weitere 4–5 Behandlungen mit dem Nd:YAG-Laser. In der Pilotstudie mit der bislang längsten Nachbeobachtungszeit von 3 Jahren zeigten sich keine Rezidive.

### Diodenlaser

2004 berichtete Downs [83] über den Fall einer HS/AI-Patientin, die mittels Diodenlaser behandelt wurde. Nach 4 Sitzungen kam es zu einer partiellen Verbesserung mit Rückgang der Rötung und Schmerzhaftigkeit. Nebenbefundlich wurde eine Reduktion der Schweißmenge beobachtet. Der Autor führt kritisch an, dass die Lasertherapie bei fortgeschrittenen Krankheitsstadien mit Sinusformationen und ausgeprägtem Narbengewebe insuffizient sei.

### Hochenergetische Blitzlampe (Intense Pulsed Light, IPL)

Die Arbeitsgruppe von Highton et al. [84] untersuchte 18 Patienten mit HS/AI im Stadium II und III nach Hurley. Mit einer hochenergetischen Blitzlampe (420 nm) wurden die Patienten einseitig zweimal pro Woche für 4 Wochen behandelt. Die kontralaterale Seite diente als Kontrolle. Die Beurteilung erfolgte mittels Hidradenitis Suppurativa Examination Scoring System nach Sartorius. Nach 3 Monaten betrug die Verbesserung 56%, nach 6 Monaten 44% und nach 12 Monaten 33%. Die Autoren empfehlen die Laserung als komplikationslose Therapie der HS/AI, die zu einer hohen Patientenzufriedenheit führt. Die Daten weisen jedoch daraufhin, dass aufgrund der Rezidivneigung nach 12 Monaten weitere Sitzungen notwendig sein könnten.

### Zusammenfassung und Ausblick

Die vorhandenen Daten legen einen positiven Effekt der Laserepilation in der Behandlung der HS/AI nahe. Areale mit einer dichten dunklen Behaarung zeigen ein besseres Ansprechen als Areale mit feiner Vellus-Haar-Behaarung [79,80]. Das Ausmaß der selektiven Fotothermolyse von terminalen Haaren und die damit einhergehende Reduktion der Haardichte scheint einen wichtigen Einfluss auf das Ergebnis zu haben. In der Literatur wurden verschiedene Lasersysteme und die hochenergetische Blitzlampe untersucht sowie unterschiedliche Therapieprotokolle gewählt (Anzahl der Sitzungen, Abstände zwischen den Sitzungen, Energieeinstellungen). Bei Betrachtung der Ergebnisse scheint die Effektivität der Laserepilation unabhängig vom eingesetzten Gerät zu sein.

Histologisch wurde kaum ein Effekt auf die tieferen Dermis-schichten gesehen [80], was den Einsatz bei tiefreichenden Läsionen, wie im Stadium III nach Hurley, zumindest fraglich erscheinen lässt. Nach Meinung der Autoren könnte die Laserepilation in initialen Stadien der Erkrankung erfolgsversprechend sein und das Fortschreiten der Erkrankung verhindern (Abb. 1). Zur Frage der Rezidivprophylaxe bei HS/AI gibt es bislang keine Daten. Auch fehlen Studien zum kombinierten Einsatz von Laserepilation und anderen konservativen Therapien (z. B. Antibiose). Einschränkend sind bei allen Studien die geringe Patientenzahl und die meist zu kurze Nachbeobachtungszeit zu nennen.



**Abb. 1** a 34-jähriger Patient mit Hidradenitis suppurativa/Acne inversa Stadium I nach Hurley. b Hautbefund nach 6 Sitzungen mit einem 810-nm-Diodenlaser (50J/cm<sup>2</sup>) in einem Abstand von 4 Wochen. c Hautbefund 11 Monate nach letzter Sitzung.

### Laserepilation bei PS Alexandritlaser

Die größten Patientenkollektive und die längsten Nachbeobachtungszeiten liegen für Untersuchungen zum Alexandritlaser vor. Im Jahr 2002 behandelten Odili und Gault [85] 14 Patienten mit rezidivierendem PS mit einem Alexandrit- oder einem Rubinlaser. Alle Patienten hatten multiple Rezidive in der Vorgeschichte. Die Patienten erhielten 1–7 Lasersitzungen. Die Nachbeobachtungszeit betrug 1–5 Jahre. Acht Patienten waren 1 Jahr rezidivfrei und bei 2 Patienten waren auch nach 2 Jahren keine Rezidive vorhanden. Nach 5 Jahren erfolgte ein weiteres Follow-up, bei dem 10 Patienten weiterhin rezidivfrei waren. Vier Patienten hatten ein Rezidiv und erhielten weitere 4 Lasersitzungen. Diese Patienten wiesen nach einem Jahr Nachbeobachtungszeit kein Rezidiv auf. Komplikationen wurden nicht beobachtet.

Downs und Palmer [86] stellten eine Fallserie von 5 Patienten vor. Die Patienten erhielten im Abstand von mindestens 2 Monaten 1–5 Lasersitzungen mittels Alexandritlaser (755 nm). Bläschenbildung und Schmerzhaftigkeit zwischen den einzelnen Lasersitzungen wurden bei 2 Patienten beschrieben. Bei einer Nachbeobachtungszeit von 6–17 Monaten waren alle Patienten rezidivfrei. Analog zu Odili und Gault stellten die Autoren heraus, dass die Laserepilation zu keiner vollständigen und dauerhaften Haarentfernung führe. Jedoch seien die erneut wachsenden Haare nach der Laserepilation dünner und weniger dicht, was die Gefahr eines Rezidivs deutlich minimiere.

Die Arbeitsgruppe von Conroy et al. [87] berichtete von 14 Patienten, die durchschnittlich 4 Sitzungen im 6-Wochen-Intervall mit einem Alexandritlaser erhielten. Zwölf Patienten beendeten die Therapie und zeigten nach einer Nachbeobachtungszeit von 12 Monaten kein Rezidiv. Alle Patienten befanden die Epilation für schmerzhaft. Die Autoren schlussfolgern, dass neben einer konsequenten perianalen Hygiene die Laserepilation signifikant das Rezidivrisiko senken kann und routinemäßig als adjuvante Therapie zur chirurgischen Exzision angeboten werden sollte.

In einer Studie von Abbas et al. [88] wurden 5 männliche Patienten mit rezidivierendem PS mit einem Alexandritlaser behandelt. Es wurden 2–3 Sitzungen mit einem 6–8-Wochen-Intervall durchgeführt. Nach einer Nachbeobachtungszeit von 12–36 Monaten zeigte sich kein Rezidiv.

Oram et al. [45] werteten Daten von 60 Patienten aus, die eine Laserepilation nach chirurgischer Intervention erhielten. Es wurden 2–5 Sitzungen in 6–8-wöchigen Intervallen mittels Alexandritlaser durchgeführt. Nach einer Nachbeobachtungszeit von durchschnittlich 4,8 Jahren betrug die Rezidivrate 13,8%. Bei 6 der 8 Patienten kam es nach 5–7 Jahren nach Laserepilation zum Rezidiv und bei 2 Patienten nach 2 Jahren. Alle Patienten mit einem Rezidiv erhielten lediglich 2 Lasersitzungen.

Ghnam und Hafez [89] führten die bislang größte prospektiv-randomisierte Studie mit 85 Patienten durch, bei denen ein PS exzidiert wurde. Die Wunden wurden der sekundären Wundheilung überlassen. Bei 45 Patienten erfolgte die Haarentfernung mittels Alexandritlaser. Dabei erfolgten 4 Lasersitzungen im vierwöchigen Abstand. 41 Patienten führten eine Haarentfernung mit einer herkömmlichen Rasierklinge und Enthaarungscreme durch. Zwei Patienten zeigten ein Rezidiv innerhalb der Nachbeobachtungszeit von 2 Jahren. Beide Patienten führten eine Haarentfernung mittels Rasierklingen und Haarentfernungscreme durch. Die Autoren heben hervor, dass am Ende des ersten Jahres kein Patient die konventionelle Methode mehr durchführte, da diese als zu schwierig in der Durchführung angesehen wurde. Dahingegen sei die Laserepilation ein einfaches und komplikationsloses Verfahren.

In einer Fallserie von Landa et al. [90] wurde der Alexandritlaser mit einer hochenergetischen Blitzlampe kombiniert. Sechs Männer mit rezidivierendem PS wurden mit einem Alexandritlaser behandelt. Von diesen erhielten 2 Patienten zusätzlich eine Behandlung mit einer hochenergetischen Blitzlampe. Es erfolgten 3–11 Behandlungen mit einem initialen Intervall von 6–8 Wochen, welches im Verlauf auf 8–16 Wochen verlängert wurde. Nach einer Nachbeobachtungszeit von 6–11 Monaten zeigten sich keine Rezidive und keine Komplikationen. Laut den Autoren hängt die notwendige Anzahl der Lasersitzungen vom Ausmaß der Behaarung der Patienten ab.

### Nd:YAG-Laser

Die Studien zur Epilation mittels Nd:YAG-Laser weisen mit 9–23 Monaten im Vergleich zum Alexandritlaser insgesamt kürzere Nachbeobachtungszeiten auf.

In einer kontrollierten prospektiven Studie untersuchten Badawy und Kanawati [33] 25 Patienten mit PS. 15 Patienten wurden nach chirurgischer Exzision mit einem Nd:YAG-Laser enthaart und 10 Patienten dienten als Kontrollgruppe. Die 15 Patienten bekamen im 6–8-Wochen-Intervall 3–8 Sitzungen und wiesen bei einer Nachbeobachtungszeit von 12–23 Monaten keine Rezidive auf. Hingegen hatten 70% der Patienten aus der Kontrollgruppe ein Rezidiv. Als Komplikationen der Laserung wurden Schmerzen, Rötung und Follikulitis angegeben. Zwei Drittel der Patienten waren zufrieden bis sehr zufrieden mit der Therapie. Lindholt et al. [91] berichteten über eine 38-jährige Patientin mit rezidivierendem PS. Es erfolgte mit 4 Wochen Abstand 2 Lasersitzungen mit dem Nd:YAG-Laser. Nach einer anfänglichen Rötung und Schmerzhaftigkeit zeigte sich bereits nach der zweiten Sitzung ein Rückgang der Inflammation und der Fistelgänge. Nach 9 Monaten war die Patientin weiterhin symptomfrei. Darüber hinaus erwähnen die Autoren, dass weitere 15 Patienten mit dem Nd:YAG-Laser mit vergleichbarem Erfolg therapiert wurden, ohne jedoch das Kollektiv weiter zu analysieren. Yeo et al. [92] führten bei 2 Patienten mit PS eine chirurgische Exzision und eine Rekonstruktion mittels Limberg-Transpositions-Lappen durch. Beide Patienten erhielten vor dem Eingriff eine und postoperativ 2–4 Lasersitzungen mit einem Nd:YAG-Laser. Nach 9–12 Monaten zeigten sich keine Rezidive. Lindholt-Jensen et al. [93] therapierten 41 Patienten mit 1–9 Behandlungen mit einem Intervall von 2–4 Wochen. Bei einer Nachbeobachtungszeit von durchschnittlich 15,2 Monaten zeigte sich bei 3 Patienten ein Rezidiv, woraufhin eine chirurgische Intervention durchgeführt werden musste. In dieser Arbeit zeigt sich im Vergleich zur übrigen Literatur eine relativ hohe Rezidivrate innerhalb einer Nachbeobachtungszeit von weniger als 2 Jahren. Ein Grund hierfür könnte die Patientenselektion sein. Bei 90% der Patienten war bei Einschluss ein schmerzhafter PS vorhanden, bei 80% zeigte sich eine Sekretion und 57% wurden als chronisch kompliziert klassifiziert.

### Diodenlaser

Benedetto und Lewis [40] berichteten über 2 Patienten mit rezidivierendem PS, die mit einem Diodenlaser behandelt wurden. Ein Patient benötigte 2 und der zweite Patient 6 Sitzungen. Zusätzlich zur Lasertherapie wurden die Patienten mit topischem Eflornithin therapiert. Nach 3 Jahren bzw. 5,5 Jahren waren beide Patienten rezidivfrei.

### Rubinlaser

Lavelle et al. [94] beschrieben den Fall eines 30 Jahre alten Patienten. Seit seinem 18. Lebensjahr unterzog er sich insgesamt 5 chirurgischen Interventionen, nach denen es immer zum Rezidiv kam. Nach 5 Behandlungen im Abstand von 6 Wochen zeigte sich nach 6 Monaten kein Rezidiv.

### Hochenergetische Blitzlampe (Intense Pulse Light, IPL)

Schulze et al. [35] untersuchten 23 Patienten mit PS und chronischer Follikulitis. Es erfolgte eine operative Exzision mit primärem Verschluss. Zwei Wochen nach Operation bekamen die Patienten 1–4 Sitzungen mit einer hochenergetischen Blitzlampe. Sieben Patienten wiesen eine Nahtdehiszenz auf. 19 Patienten stellten sich in der Nachbeobachtungsphase vor und waren rezidivfrei.

In einer Fallserie von Sadick und Yee-Levin [95] wurden 5 männliche Patienten mit rezidivierendem PS entweder mit einem Diodenlaser oder einer hochenergetischen Blitzlampe behandelt. Es



**Abb. 2** a Hautbefund eines 28-jährigen Patienten mit Z. n. operativer Sanierung eines Pilonidalsinus mit sekundärer Wundheilung. 12 Wochen postoperativ zeigt sich ein stagnierender Wundheilungsprozess mit sichtbaren Haaren in der Wunde. b Abheilung nach 4 Sitzungen mit einem 800 nm-Diodenlaser ( $36\text{J}/\text{cm}^2$ ) in einem Abstand von 4 Wochen.

erfolgten 4–5 Sitzungen. Bei einer Nachbeobachtungszeit von 7–36 Monaten zeigte sich bei 4 Patienten eine Rezidivfreiheit ohne Komplikationen. Ein Patient, der mit dem Diodenlaser behandelt wurde, zeigte nach 6 Monaten eine lokale Infektion und nach 36 Monaten ein Rezidiv, das operativ saniert werden musste. Insgesamt kam es durch die Laserepilation zu einer Verdoppelung der rezidivfreien Zeit.

### Zusammenfassung und Ausblick

Die Daten zur Laserepilation beim PS untermauern die pathogenetische Bedeutung der Haare [33,95]. Die Destruktion von Haarfollikeln scheint die Anzahl der Rezidive zu reduzieren. Zusätzlich führen Lavelle et al. [94] an, dass im Rahmen der sekundären Wundheilung an die Wunde grenzende oder in der Wunde liegende Haare die Heilung negativ beeinflussen. Somit scheint die Laserepilation auch einen positiven Einfluss auf die Wundheilung nach operativem Eingriff zu haben (► **Abb. 2**) [35,88,90]. Analog zur HS/AI scheint der gewählte Lasertyp keinen entscheidenden Einfluss auf die Rezidivrate bei Patienten mit PS zu haben.

Zur Senkung der Rezidivrate nach operativen Eingriffen wird von der überwiegenden Anzahl der Autoren die Laserepilation als adjuvante Therapie empfohlen [33,45,87,88,94,95].

Einige Autoren heben hervor, dass die Laserepilation nicht immer eine permanente Haarentfernung ermöglicht und es ggf.

notwendig sein kann, erneute Laserungen zur Aufrechterhaltung der Rezidivfreiheit durchzuführen [35, 45, 85, 86]. Auch bei fehlender vollständiger Haarentfernung geben einige Autoren an, dass die verbleibenden Haare dünner und weicher seien, was die Fähigkeit zur Penetration in die Dermis und somit die Gefahr eines Rezidivs reduziere. Die Frequenz und Schwere der Rezidive scheinen in Relation zur Haardichte zu stehen [40].

Die Reduktion der Haardichte korreliert in den Studien mit der Anzahl der Lasersitzungen. Die meisten Autoren sprechen sich für mehrere Lasersitzungen aus, um ein optimales Ergebnis zu erreichen [40, 45, 87, 90].

Im Gegensatz zu Studien zur HS/AI weisen die Untersuchungen bei Patienten mit PS längere Nachbeobachtungszeiten auf. Odili und Gault [85] zeigten mit ihren Ergebnissen, dass eine ausreichend lange Nachbeobachtungszeit zur adäquaten Bewertung der Rezidivrate sehr wichtig ist. Bei 4 Patienten kam es erst nach 5 Jahren zu einem Rezidiv. Nach erneuten vier Sitzungen mit dem Alexandritlaser waren diese Patienten nach weiteren 12 Monaten Nachbeobachtungszeit rezidivfrei. Einhergehend mit diesen Daten fanden auch Oram et al. [45] bei 6 Patienten nach 5–7 Jahren ein Rezidiv.

### Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Abstract

#### Laser Epilation for the Treatment of Hidradenitis suppurativa/Acne inversa and Pilonidal sinus

Hidradenitis suppurativa/Acne inversa (HS/AI) and pilonidal sinus (PS) are chronic inflammatory cutaneous disorders characterized by recurrent inflammation. Effective treatments are limited and relapse is frequent. The current data indicate the important role of the hair follicle in the pathogenesis of these conditions. Hence, a number of studies evaluated the effect of epilation using laser and intense pulsed light on the course of HS/AI and PS. Our review of the literature revealed that in patients with HS/AI laser epilation is especially effective in early stages of the disease. In patients with PS the majority of studies recommend laser epilation as an adjunctive postoperative therapy to reduce the chance of recurrence.

As published treatment modalities including laser parameters, total number of laser treatments and interval between treatments are diverse a definite treatment protocol cannot be provided.

However, regardless of the laser system used the results of the reviewed studies indicate the beneficial effect of laser epilation on improving HS/AI and PS.

In conclusion, laser epilation offers a safe and easy to use treatment option which enlarges the armamentarium in the treatment of patients with HS/AI and PS.

### Literatur

- 1 Wolkenstein P, Loundou A, Barrau K et al. Quality of life impairment in hidradenitis suppurativa: a study of 61 cases. *J Am Acad Dermatol* 2007; 56: 621–623
- 2 Jemec GB, Wulf HC. Patient-physician consensus on quality of life in dermatology. *Clin Exp Dermatol* 1996; 21: 177–179
- 3 Harrison BJ, Mudge M, Hughes LE. Recurrence after surgical treatment of hidradenitis suppurativa. *Br Med J Clin Res Ed* 1987; 294: 487–489
- 4 Zouboulis CC, Bechara FG, Fritz K et al. S1-Leitlinie zur Therapie der Hidradenitis suppurativa/Acne inversa. *JDDG* 2012; 10: 1–31
- 5 Sellheyer K, Krahl D. "Hidradenitis suppurativa" is acne inversa! An appeal to (finally) abandon a misnomer. *Int J Dermatol* 2005; 44: 535–540
- 6 Sellheyer K, Krahl D. What causes acne inversa (or hidradenitis suppurativa)? – the debate continues. *J Cutan Pathol* 2008; 35: 701–703
- 7 Alikhan A, Lynch PJ, Eisen DB. Hidradenitis suppurativa: a comprehensive review. *J Am Acad Dermatol* 2009; 60: 539–561; quiz 562–563
- 8 Sartorius K, Lapins J, Emtestam L et al. Suggestions for uniform outcome variables when reporting treatment effects in hidradenitis suppurativa. *Br J Dermatol* 2003; 149: 211–213
- 9 Bahmer F, Drosner M, Hohenleutner U et al. Empfehlung zur Behandlung mit Laser und hochenergetischen Blitzlampen (HBL) in der Dermatologie. *JDDG* 2007; 5: 1036–1043
- 10 Fitzsimmons JS, Guilbert PR, Fitzsimmons EM. Evidence of genetic factors in hidradenitis suppurativa. *Br J Dermatol* 1985; 113: 1–8
- 11 Hurley H. Axillary hyperhidrosis, apocrine bromhidrosis, hidradenitis suppurativa and familial benign pemphigus. Surgical approach. In: Roenigk R, Roenigk H, eds. *Dermatologic Surgery, Principles and Practice*. New York, NY: Marcel Dekker; 1989
- 12 Jemec GB, Wendelboe P. Topical clindamycin versus systemic tetracycline in the treatment of hidradenitis suppurativa. *J Am Acad Dermatol* 1998; 39: 971–974
- 13 Mendonca CO, Griffiths CEM. Clindamycin and rifampicin combination therapy for hidradenitis suppurativa. *Br J Dermatol* 2006; 154: 977–978
- 14 Mortimer PS, Dawber RP, Gales MA et al. A double-blind controlled cross-over trial of cyproterone acetate in females with hidradenitis suppurativa. *Br J Dermatol* 1986; 115: 263–268
- 15 Farrell AM, Randall VA, Vafae T et al. Finasteride as a therapy for hidradenitis suppurativa. *Br J Dermatol* 1999; 141: 1138–1139
- 16 Joseph MA, Jayaseelan E, Ganapathi B et al. Hidradenitis suppurativa treated with finasteride. *J Dermatol Treat* 2005; 16: 75–78
- 17 Lévesque H, Trivalle C, Manchon ND et al. Fulminant hepatitis due to cyproterone acetate. *Lancet* 1989; 1: 215–216
- 18 Boer J, van Gemert MJ. Long-term results of isotretinoin in the treatment of 68 patients with hidradenitis suppurativa. *J Am Acad Dermatol* 1999; 40: 73–76
- 19 Rose RF, Goodfield MJD, Clark SM. Treatment of recalcitrant hidradenitis suppurativa with oral ciclosporin. *Clin Exp Dermatol* 2006; 31: 154–155
- 20 Buckley DA, Rogers S. Cyclosporin-responsive hidradenitis suppurativa. *J R Soc Med* 1995; 88: 289P–290P
- 21 Fardet L, Dupuy A, Kerob D et al. Infliximab for severe hidradenitis suppurativa: transient clinical efficacy in 7 consecutive patients. *J Am Acad Dermatol* 2007; 56: 624–628
- 22 Giamarellos-Bourboulis EJ, Pelekanou E, Antonopoulou A et al. An open-label phase II study of the safety and efficacy of etanercept for the therapy of hidradenitis suppurativa. *Br J Dermatol* 2008; 158: 567–572
- 23 Strober BE, Kim C, Siu K. Efalizumab for the treatment of refractory hidradenitis suppurativa. *J Am Acad Dermatol* 2007; 57: 1090–1091
- 24 Weyandt G. Operative Therapie der Acne inversa. *Hautarzt Z Für Dermatol Venerol Verwandte Geb* 2005; 56: 1033–1039
- 25 Mandal A, Watson J. Experience with different treatment modules in hidradenitis suppurativa: a study of 106 cases. *Surg J R Coll Surg Edinb Irel* 2005; 3: 23–26
- 26 Tanaka A, Hatoko M, Tada H et al. Experience with surgical treatment of hidradenitis suppurativa. *Ann Plast Surg* 2001; 47: 636–642
- 27 Ritz JP, Runkel N, Haier J et al. Extent of surgery and recurrence rate of hidradenitis suppurativa. *Int J Colorectal Dis* 1998; 13: 164–168
- 28 Rompel R, Petres J. Long-term results of wide surgical excision in 106 patients with hidradenitis suppurativa. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg AI* 2000; 26: 638–643
- 29 Allen-Mersh TG. Pilonidal sinus: finding the right track for treatment. *Br J Surg* 1990; 77: 123–132
- 30 Menzel T, Dörner A, Cramer J. Exzision und offene Wundbehandlung des Sinus pilonidalis. Rezidivrate und Dauer der Arbeitsunfähigkeit. *Dtsch Med Wochenschr* 1997; 122: 1447–1451
- 31 Da Silva JH. Pilonidal cyst: cause and treatment. *Dis Colon Rectum* 2000; 43: 1146–1156



- 32 *McCallum I, King PM, Bruce J.* Healing by primary versus secondary intention after surgical treatment for pilonidal sinus. *Cochrane Database Syst Rev Online* 2007; 4: CD006213
- 33 *Badawy E, Kanawati M.* Effect of hair removal by Nd:YAG laser on the recurrence of pilonidal sinus. *J Eur Acad Dermatol* 2009; 883–886
- 34 *Stephens FO, Stephens RB.* Pilonidal sinus: management objectives. *Aust N Z J Surg* 1995; 65: 558–560
- 35 *Schulze SM, Patel N, Hertzog D et al.* Treatment of pilonidal disease with laser epilation. *Am Surg* 2006; 72: 534–537
- 36 *Stelzner F.* Die Ursache des Pilonidalsinus und der Pyoderma fistulans sinifica. *Langenbecks Arch Für Chir* 1984; 362: 105–118
- 37 *Dahl HD, Henrich MH.* Licht- und rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen zur Pathogenese des Sinus pilonidalis und der Anal-fistel. *Langenbecks Arch Für Chir* 1992; 377: 118–124
- 38 *Al-Khayat H, Al-Khayat H, Sadeq A et al.* Risk factors for wound complication in pilonidal sinus procedures. *J Am Coll Surg* 2007; 205: 439–444
- 39 *Popeskou S, Christoforidis D, Ruffieux C et al.* Wound infection after excision and primary midline closure for pilonidal disease: risk factor analysis to improve patient selection. *World J Surg* 2011; 35: 206–211
- 40 *Benedetto AV, Lewis AT.* Pilonidal sinus disease treated by depilation using an 800 nm diode laser and review of the literature. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg Al* 2005; 31: 587–591
- 41 *Al-Hassan HK, Francis IM, Neglén P.* Primary closure or secondary granulation after excision of pilonidal sinus? *Acta Chir Scand* 1990; 156: 695–699
- 42 *Kronborg O, Christensen K, Zimmermann-Nielsen C.* Chronic pilonidal disease: a randomized trial with a complete 3-year follow-up. *Br J Surg* 1985; 72: 303–304
- 43 *Sondenaa K, Nesvik I, Andersen E et al.* Recurrent pilonidal sinus after excision with closed or open treatment: final result of a randomised trial. *Eur J Surg Acta Chir* 1996; 162: 237–240
- 44 *Fizün M, Bakir H, Soylu M et al.* Which technique for treatment of pilonidal sinus – open or closed? *Dis Colon Rectum* 1994; 37: 1148–1150
- 45 *Oram Y, Kahraman F, Karıncaoğlu Yet al.* Evaluation of 60 patients with pilonidal sinus treated with laser epilation after surgery. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg. Al* 2010; 36: 88–91
- 46 *Grossman MC, Dierickx C, Farinelli W et al.* Damage to hair follicles by normal-mode ruby laser pulses. *J Am Acad Dermatol* 1996; 35: 889–894
- 47 *Finkelstein LH, Blatstein LM.* Epilation of hair-bearing urethral grafts using the neodymium:YAG surgical laser. *J Urol* 1991; 146: 840–842
- 48 *Gault DT, Grobelaar AO, Grover R et al.* The removal of unwanted hair using a ruby laser. *Br J Plast Surg* 1999; 52: 173–177
- 49 *Liew SH, Grobelaar AO, Gault DT et al.* The effect of ruby laser light on ex vivo hair follicles: clinical implications. *Ann Plast Surg* 1999; 42: 249–254
- 50 *Liew SH.* Laser hair removal: guidelines for management. *Am J Clin Dermatol* 2002; 3: 107–115
- 51 *Anderson RR, Parrish JA.* Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science* 1983; 220: 524–527
- 52 *Haedersdal M, Wulf HC.* Evidence-based review of hair removal using lasers and light sources. *J Eur Acad Dermatol Venereol Jeadv* 2006; 20: 9–20
- 53 *Willey A, Torrontegui J, Azpiazu J et al.* Hair stimulation following laser and intense pulsed light photo-epilation: review of 543 cases and ways to manage it. *Lasers Surg Med* 2007; 39: 297–301
- 54 *Sadigha A, Mohaghegh Zahed G.* Meta-analysis of hair removal laser trials. *Lasers Med Sci* 2009; 24: 21–25
- 55 *Lin TY, Manuskiatti W, Dierickx CC et al.* Hair growth cycle affects hair follicle destruction by ruby laser pulses. *J Invest Dermatol* 1998; 111: 107–113
- 56 *Mandt N, Troilius A, Drosner M.* Epilation today: physiology of the hair follicle and clinical photo-epilation. *J Invest Dermatol Symp Proc Soc Invest Dermatol Inc Eur Soc Dermatol Res* 2005; 10: 271–274
- 57 *Dierickx C, Alora MB, Dover JS.* A clinical overview of hair removal using lasers and light sources. *Dermatol. Clin* 1999; 17: 357–366, ix
- 58 *Ibrahimi OA, Avram MM, Hanke CW et al.* Laser hair removal. *Dermatol Ther* 2011; 24: 94–107
- 59 *Nanni CA, Alster TS.* A practical review of laser-assisted hair removal using the Q-switched Nd:YAG, long-pulsed ruby, and long-pulsed alexandrite lasers. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg Al* 1998; 24: 1399–1405; discussion 1405
- 60 *Lou WW, Quintana AT, Geronemus RG et al.* Prospective study of hair reduction by diode laser (800 nm) with long-term follow-up. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg Al* 2000; 26: 428–432
- 61 *Gold MH, Bell MW, Foster TD et al.* Long-term epilation using the Epi-Light broad band, intense pulsed light hair removal system. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg Al* 1997; 23: 909–913
- 62 *Rao J, Goldman MP.* Prospective, comparative evaluation of three laser systems used individually and in combination for axillary hair removal. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg Al* 2005; 31: 1671–1676; discussion 1677
- 63 *Kauvar AN.* Treatment of pseudofolliculitis with a pulsed infrared laser. *Arch Dermatol* 2000; 136: 1343–1346
- 64 *Garcia-Zuazaga J.* Pseudofolliculitis barbae: review and update on new treatment modalities. *Mil Med* 2003; 168: 561–564
- 65 *Scheinfeld NS.* A case of dissecting cellulitis and a review of the literature. *Dermatol. Online J* 2003; 9: 8
- 66 *Weaver SM 3rd, Sagral EC.* Treatment of pseudofolliculitis barbae using the long-pulse Nd:YAG laser on skin types V and VI. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg. Al* 2003; 29: 1187–1191
- 67 *Petersen S, Wietelmann K, Evers T et al.* Long-term effects of postoperative razor epilation in pilonidal sinus disease. *Dis Colon Rectum* 2009; 52: 131–134
- 68 *Lapins J, Marcusson JA, Emtestam L.* Surgical treatment of chronic hidradenitis suppurativa: CO2 laser stripping-secondary intention technique. *Br J Dermatol* 1994; 131: 551–556
- 69 *Finley EM, Ratz JL.* Treatment of hidradenitis suppurativa with carbon dioxide laser excision and second-intention healing. *J Am Acad Dermatol* 1996; 34: 465–469
- 70 *Lapins J, Sartorius K, Emtestam L.* Scanner-assisted carbon dioxide laser surgery: A retrospective follow-up study of patients with hidradenitis suppurativa. *J Am Acad Dermatol* 2002; 47: 280–285
- 71 *Madan V, Hindle E, Hussain W et al.* Outcomes of treatment of nine cases of recalcitrant severe hidradenitis suppurativa with carbon dioxide laser. *Br J Dermatol* 2008; 159: 1309–1314
- 72 *Hazen PG, Hazen BP.* Hidradenitis suppurativa: successful treatment using carbon dioxide laser excision and marsupialization. *Dermatol Surg* 2010; 36: 208–213
- 73 *Sherman AI, Reid R.* CO2 laser for suppurative hidradenitis of the vulva. *J Reprod Med* 1991; 36: 113–117
- 74 *Bratschi HU, Altermatt HJ, Dreher E.* Die Therapie der Hidradenitis suppurativa mit dem CO2-Laser. *Kasuistik und Literaturübersicht. Schweiz Rundsch Für Med Prax Rev Suisse Médecine Prax* 1993; 82: 941–945
- 75 *Dalrymple JC, Monaghan JM.* Treatment of hidradenitis suppurativa with the carbon dioxide laser. *Br J Surg* 1987; 74: 420
- 76 *Chegin VM, Skobelkin OK, Brekhov EI.* Laser surgery for soft tissue purulent diseases. *Lasers Surg. Med* 1984; 4: 279–282
- 77 *Klin B, Heller ON, Kaplan I.* The use of the CO2 laser in pilonidal sinus disease: preliminary results of an ambulatory prospective study. *J Clin Laser Med Surg* 1990; 8: 31–37
- 78 *Tierney E, Mahmoud BH, Hexsel C et al.* Randomized control trial for the treatment of hidradenitis suppurativa with a neodymium-doped yttrium aluminium garnet laser. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg Al* 2009; 35: 1188–1198
- 79 *Mahmoud BH, Tierney E, Hexsel CL et al.* Prospective controlled clinical and histopathologic study of hidradenitis suppurativa treated with the long-pulsed neodymium:yttrium-aluminium-garnet laser. *J Am Acad Dermatol* 2010; 62: 637–645
- 80 *Xu LY, Wright DR, Mahmoud BH et al.* Histopathologic study of hidradenitis suppurativa following long-pulsed 1064-nm Nd:YAG laser treatment. *Arch Dermatol* 2011; 147: 21–28
- 81 *Jain V, Jain A.* Use of lasers for the management of refractory cases of hidradenitis suppurativa and pilonidal sinus. *J Cutan Aesthetic Surg* 2012; 5: 190–192
- 82 *Sartorius K, Emtestam L, Jemec GBE et al.* Objective scoring of hidradenitis suppurativa reflecting the role of tobacco smoking and obesity. *Br J Dermatol* 2009; 161: 831–839
- 83 *Downs A.* Smoothbeam laser treatment may help improve hidradenitis suppurativa but not Hailey-Hailey disease. *J Cosmet Laser Ther Off Publ Eur Soc Laser Dermatol* 2004; 6: 163–164
- 84 *Highton L, Chan W-Y, Khwaja N et al.* Treatment of hidradenitis suppurativa with intense pulsed light: a prospective study. *Plast Reconstr Surg* 2011; 128: 459–465
- 85 *Odili J, Gault D.* Laser depilation of the natal cleft – an aid to healing the pilonidal sinus. *Ann R Coll Surg Engl* 2002; 84: 29–32

- 86 Downs AMR, Palmer J. Laser hair removal for recurrent pilonidal sinus disease. *J Cosmet Laser Ther Off Publ Eur Soc Laser Dermatol* 2002; 4: 91
- 87 Conroy FJ, Kandamany N, Mahaffey PJ. Laser depilation and hygiene: preventing recurrent pilonidal sinus disease. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg Jpras* 2008; 61: 1069–1072
- 88 Abbas O, Sidani M, Rubeiz N et al. Letter: 755-nm Alexandrite laser epilation as an adjuvant and primary treatment for pilonidal sinus disease. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg Al* 2010; 36: 430–432
- 89 Ghnnam WM, Hafez DM. Laser hair removal as adjunct to surgery for pilonidal sinus: our initial experience. *J Cutan Aesthetic Surg* 2011; 4: 192–195
- 90 Landa N, Aller O, Landa-Gundin N et al. Successful treatment of recurrent pilonidal sinus with laser epilation. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg Al* 2005; 31: 726–728
- 91 Lindholt CS, Lindholt JS, Lindholt J. Nd-YAG laser treatment in a patient with complicated pilonidal cysts. *Bmj Case Reports Internet* 2009; Published online 2009
- 92 Yeo MS-W, Shim TW-H, Cheong WK et al. Simultaneous laser depilation and perforator-based fasciocutaneous limberg flap for pilonidal sinus reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg Jpras* 2010; 63: e798–800
- 93 Lindholt-Jensen CS, Lindholt JS, Beyer M et al. Nd-YAG laser treatment of primary and recurrent pilonidal sinus. *Lasers Med Sci* 2012; 27: 505–508
- 94 Lavelle M, Jafri Z, Town G. Recurrent pilonidal sinus treated with epilation using a ruby laser. *J Cosmet Laser Ther Off Publ Eur Soc Laser Dermatol* 2002; 4: 45–47
- 95 Sadick NS, Yee-Levin J. Laser and light treatments for pilonidal cysts. *Cutis Cutan Med Pr* 2006; 78: 125–128