

# Einfluss des Zigarettenrauchens auf die Hautdurchblutung der Hand

**In experimentellen und klinischen Untersuchungen ist nachgewiesen worden, dass Zigarettenkonsum zu einer Beeinträchtigung der Hautdurchblutung führt. Dadurch können Komplikationen, wie zum Beispiel postoperative Wundheilungsstörungen begünstigt werden [13, 22, 25, 26]. Diese können zu einer Verlängerung der postoperativen Anschlussbehandlung und auf diese Weise auch des Krankenstandes führen. Aus sozioökonomischen Gründen ist heutzutage aufgrund der unflexiblen Arbeitsmarktsituation gerade beim jungen Patienten oder Berufsanfänger eine möglichst frühzeitige Rehabilitation und Reintegration in den alten Beruf notwendig. In diesem Zusammenhang muss der chronische Zigarettenkonsum vieler jüngerer Patienten kritisch betrachtet werden.**

Ob das Alter des Rauchers mit dem Grad der Beeinträchtigung der Hautdurchblutung in Zusammenhang steht, ist unseres Wissens noch nicht ausführlich nachgewiesen worden. Wir haben deshalb den Einfluss des Zigarettenkonsums auf die Hautdurchblutung der Hand bei Nichtrauchern und chronischen Rauchern untersucht und hierbei zwischen jungen, älteren Personen und Dauer des Zigarettenkonsums unterschieden.

## Studiendesign

Wir untersuchten 58 (39 weibliche, 19 männliche) gesunde Personen mit einem

Durchschnittsalter von 40 Jahren (22–69); 44 davon waren Raucher (mindestens 5 Zigaretten pro Tag). Die Einteilung der Personen (■ Tab. 1) erfolgte in Nichtraucher Gruppe A und Raucher Gruppe B und nach dem Alter in junge Nichtraucher Gruppe A1 (≤40 Jahre), ältere Nichtraucher Gruppe A2 (>40 Jahre) sowie junge Raucher B1 (≤40 Jahre) und ältere Raucher B2 (>40 Jahre).

Die Raucher wurden zusätzlich nach der Dauer des Zigarettenkonsums in Gruppe B3 (≤10 Jahre), B4 (11–30 Jahre), und B5 (über 30 Jahre) eingeteilt (■ Tab. 2).

## Untersuchungsmethoden

Nach Bestimmung der kutanen Ruhedurchblutung der Hand als Referenzwert, wurde bei allen Gruppen die Hautdurchblutung 2 min nach erster Inhalation des Zigarettenrauchs gemessen. Daraus wurde die Veränderung der Hautdurchblutung ( $\delta$ -Perfusion) errechnet. Zu jeder Einzelmessung erfolgte die Bestimmung der Vitalparameter (Körpertemperatur, systolischer und diastolischer Blutdruck,

Herzfrequenz) und der Raumtemperatur. Vor jeder Messung erfolgte eine 15-minütige Akklimatisierung des Patienten an seine Umgebung.

Zur apparativen, nicht invasiven Quantifizierung der Hautdurchblutung an der Hand verwendeten wir den Moore Laser-Doppler-Imager LDI 2. Dieser tastet mit einem 635 nm Laserstrahl rasterförmig die Haut ab. Die reflektierten Laserstrahlen werden über ein Linsensystem aufgefangen. Die Berechnung der Bildinformation (Imaging) erfolgt durch Photoelektroden, welche die Signaldifferenz des vom statischen Gewebe reflektierten und des durch bewegte Teilchen Dopplerverschobenen Laserlichtes in Bildinformationen umwandeln [19].

Die Messfläche an der Beugeseite der rechten Hand erstreckte sich von der Fingerbeere bis zur distalen Handgelenksbeugefurche. Die Hand wurde in einer dafür angefertigten Lagerungsschale auf Herzhöhe und 45° abduziertem Arm positioniert. Auf Bewegungen und Sprechen wurde während dem Messvorgang zur Vermeidung von Messfehlern verzichtet.

Tab. 1 Gruppeneinteilung nach jungen und älteren Nichtrauchern bzw. Rauchern

Gruppen	Anzahl	Mittleres Alter [Jahre]	Dauer des Zigarettenkonsums [Jahre]
Nichtraucher A	14	35 (22–61)	–
Nichtraucher A1	10	27 (22–34)	–
Nichtraucher A2	4	54 (47–61)	–
Raucher B	44	40 (22–69)	21 (3–50)
Raucher B1	23	30 (22–40)	13 (3–35)
Raucher B2	21	51 (41–69)	30 (6–50)

**Tab. 2** Gruppeneinteilung nach Dauer des Zigarettenkonsums

Gruppen	Anzahl	Mittlere Dauer des Zigarettenkonsums [Jahre]
Raucher B3	17	7 (3–10)
Raucher B4	18	19 (11–28)
Raucher B5	9	35 (30–50)

Die Hautdurchblutung wurde an der zentralen Fingerbeere des Mittelfingers gemessen. Es wurden aus den Messdaten eines definierten Areals der Größe 10×10 Bildpunkte die Mittelwerte, so genannter Flux-Werte („perfusion units“ [PU]), ermittelt. Flux-Werte sind ein Maß für die Hautperfusion und errechnen sich aus dem Produkt von Konzentration und Flussgeschwindigkeit der Erythrozyten im Messvolumen [7, 24]. Die erhaltenen Messwerte nach Zigarettenkonsum wurden in Abhängigkeit vom individuellen Referenzwert (100%) als normalisierte Werte in Prozent angegeben.

Zur Datenverarbeitung wurde das Computerprogramm des Herstellers, Research Version 3.09 verwendet. Die statistische Auswertung erfolgt mit dem Mann-Whitney-U-Test für nicht normalverteilte Daten und dem Students T-Test für gepaarte Stichproben.

### Ergebnisse

Die Daten der Raum- und Vitalparameter sind aus **Tab. 3 und 4** ersichtlich. Bei den Ruhemessungen zeigte sich, dass vor dem Zigarettenkonsum die Blutdruckwerte und der Puls beim Nichtraucher niedriger (nicht signifikant) waren als beim Raucher. Bei der Analyse der Raum- und Vitalparameter konnten keine signifikanten Zusammenhänge mit der Hautdurchblutung und ihrer Veränderung während dem Zigarettenkonsum festgestellt werden.

#### — Hautdurchblutung in Ruhe:

Bei der Messung der Ruhedurchblutung konnten wir bei Nichtrauchern eine höhere Durchblutung nachweisen. Diese war aufgrund der großen Standardabweichung jedoch nicht signifikant (**Tab. 5, Abb. 1**).

Chirurg 2006 · 77:1022–1026 DOI 10.1007/s00104-006-1216-1  
© Springer Medizin Verlag 2006

F. T. Petschke · T. O. Engelhardt · H. Ulmer · H. Piza-Katzer

## Einfluss des Zigarettenrauchens auf die Hautdurchblutung der Hand

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Zigarettenkonsum führt durch Beeinträchtigung der Hautdurchblutung zu postoperativen Wundheilungsstörungen.

**Material und Methoden.** Vierzehn Nichtraucher (Gruppe A) und 44 Raucher (Gruppe B) wurden untersucht und nach Alter ( $\leq 40$  Jahre,  $> 40$  Jahre) und Dauer des Zigarettenkonsums eingeteilt. Unter Standardbedingungen wurde mittels Laser-Doppler-Imager die Durchblutung in Ruhe und während des Rauchens (Mittelfingerbeere) gemessen.

**Ergebnisse.** Die Hautdurchblutung verringerte sich bei Rauchern um 24% ( $p=0,001$ ; junge: 39%, ältere: 11%) und bei Nichtrauchern um 30% ( $p=0,019$ ; junge: 35%, äl-

tere: 18%). Mit längerem Konsum war der Effekt schwächer ( $< 10$  Jahre: 25%, 11–30 Jahre: 18%,  $> 30$  Jahre: 15%). Kein Zusammenhang fand sich mit der Anzahl der Zigaretten/Tag. **Schlussfolgerung.** Junge Menschen reagieren auf Zigarettenkonsum mit stärkerer Verminderung der Durchblutung. Bei elektiven Eingriffen bemühen wir uns besonders beim jungen Raucher um perioperative Nikotinkarenz und empfehlen den Beginn 6–8 Wochen im voraus.

### Schlüsselwörter

Zigarettenkonsum · Raucher · Nikotin · Hautdurchblutung · Laser-Doppler-Imaging

## Effect of cigarette smoking on skin perfusion of the hand

### Abstract

**Background.** Cigarette consumption leads to postoperative wound healing disturbances by impairing skin circulation.

**Materials and Methods.** Fourteen nonsmokers and 44 smokers were investigated and classified according to age ( $< 40$  and  $> 40$  years) and duration of cigarette consumption. Circulation at the tip of the middle finger was measured in both groups under standard conditions with laser Doppler imaging.

**Results.** There was a reduction in skin blood circulation of 24% in smokers (young 39%, older 11%,  $P=0,001$ ) and 30% in nonsmokers (young 35%, older 18%,  $P=0,019$ ). With

longer duration of cigarette consumption, the effect grew weaker ( $< 10$  years 25%, 11–30 years 18%,  $> 30$  years 15%). There was no correlation between the number of cigarettes consumed per day and impaired circulation. **Conclusion.** Younger subjects react to cigarette consumption with a stronger reduction in circulation. In elective surgery, especially in young smokers we recommend a 6- to 8-week nicotine abstinence prior to surgical intervention.

### Keywords

Cigarette consumption · Smokers · Nicotine · Skin perfusion · Laser Doppler imaging

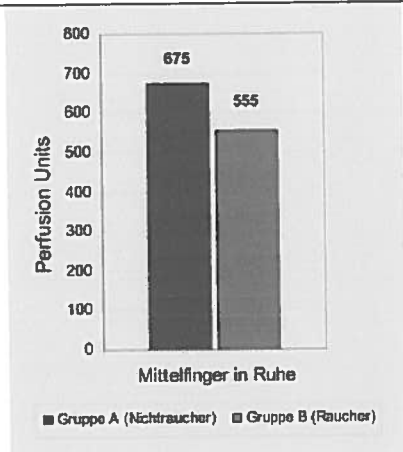


Abb. 1 ▲ Durchschnittliche Durchblutung in Ruhe beim Nichtraucher und Raucher

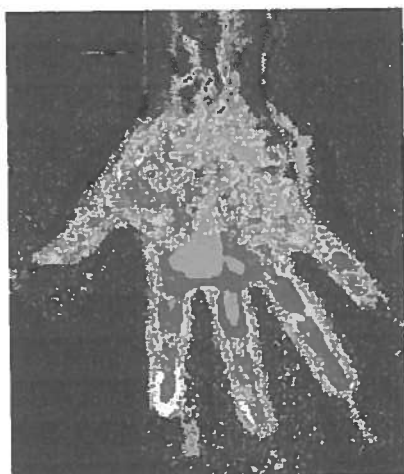


Abb. 2 ▲ Durchblutung der Handfläche vor dem Zigarettenkonsum



Abb. 3 ▲ Durchblutung der Handfläche während des Zigarettenkonsums

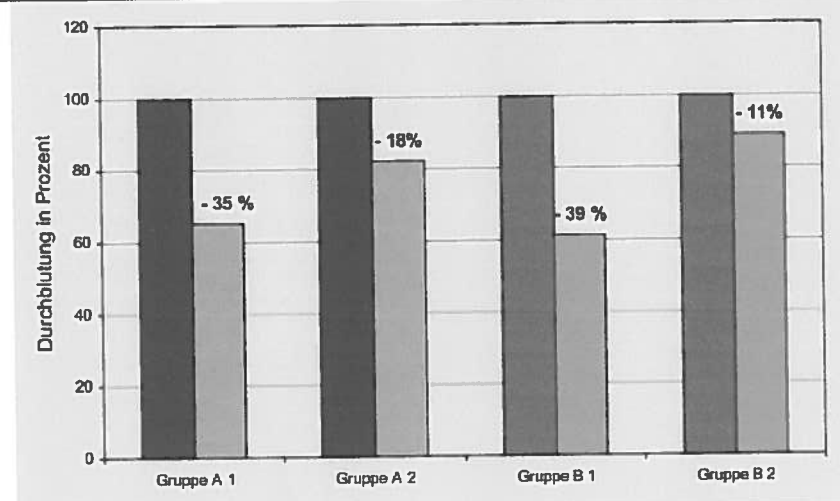


Abb. 4 ▲ Veränderung der Ruhedurchblutung (dunkler Balken) während des Zigarettenkonsums (heller Balken) an der Mittelfingerbeere unter Berücksichtigung des Alters

— Durchblutung während des Zigarettenkonsums:

Durch das Laser-Doppler-Imaging kann die Hautdurchblutung bildgebend dargestellt und dadurch die Veränderung der Durchblutungssituation der Hand während des Zigarettenkonsums farblich wiedergegeben werden (■ Abb. 2, 3).

Während des Zigarettenkonsums kam es stets zu einer Verringerung der Hautdurchblutung (■ Tab. 6). In der Gruppe der Raucher zeigte sich an der Mittelfingerbeere ein Rückgang der Durchblutung (■ Abb. 4) um durchschnittlich 24% ( $p < 0,001$ ), die Nichtraucher zeigten eine Verminderung um 30% ( $p = 0,019$ ).

Wir konnten einen Zusammenhang zwischen dem Alter des Rauchers und der Verminderung der Hautdurchblutung feststellen (■ Tab. 7). Die Verringerung an der Mittelfingerbeere war mit 39% bei den jüngeren Rauchern signifikant stärker ausgeprägt als bei älteren Rauchern mit 11% ( $p < 0,001$ ).

Analog zum zunehmenden Alter der untersuchten Personen verringerte sich auch mit längerer Dauer des Zigarettenkonsums die Reduktion der Hautdurchblutung signifikant um 39% (-2-85) in Gruppe B3, 25% (-3-71) in Gruppe B4 und 11% (-11-36) in Gruppe B5 ( $p < 0,001$ ). Eine Korrelation mit der Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten konnte nicht festgestellt werden. Bei den Nichtrau-

chern zeigten sich innerhalb der Altersgruppen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Verringerung der Hautdurchblutung ( $p = 0,258$ ).

**Diskussion**

Aus vielen Arbeiten ist bisher hervorgegangen, dass Zigarettenkonsum vor allem durch vasokonstriktorische Effekte und einen verringerten arteriellen Sauerstoffpartialdruck ein bedeutender Risikofaktor für postoperative Komplikationen ist [9, 10, 11]. In einer retrospektiven Studie von Padubidri et al. zu postoperativen Komplikationen nach 748 sekundären Brustrekonstruktionen zeigte sich eine Komplikationsrate von 39,4% bei Rauchern gegenüber 25,9% bei Nichtrauchern [18]. Auch Goodwin et al. beschrieben in ihrer Arbeit über 515 Patientinnen mit sekundärem Brustaufbau mittels Implantaten eine mehr als doppelt so hohe (37,0%:15,1%) postoperative, allgemeine Komplikationsrate bei Rauchern [6]. Riefkohl et al. zeigten in ihrer prospektiven Studie, dass nach einem Facelift Zigarettenkonsum zu einer erhöhten Komplikationsrate im Sinne von Wundheilungsstörungen führt [22]. Im Hinblick auf die Hautdurchblutung der Hand untersuchten Mosely und Finseth den Fall eines chronischen Rauchers mit einem Ulkus am Finger, welches erst durch Nikotinabstinenz zur Abheilung gebracht werden konnte [16]. In dieser Arbeit wurde die Verminderung der

kutanen Fingerdurchblutung durch das Rauchen angiographisch dargestellt.

Wir verwendeten in unserer Studie ein nicht invasives Verfahren um die negative Wirkung des Zigarettenkonsums auf die Hautdurchblutung an der Hand darzustellen. Das Laser-Doppler-Imaging ist heutzutage ein akzeptiertes und weit verbreitetes Verfahren zur quantitativen Erfassung der Hautdurchblutung [4, 24]. Bereits zahlreiche Studien haben die Durchblutung in verschiedenen Körperregionen bei Rauchern und Nichtrauchern bei Zigarettenkonsum untersucht [5, 14, 24, 28]. Die in unserer Arbeit nachgewiesene deutliche Verringerung der Hautdurchblutung während des Zigarettenkonsums beim Raucher und Nichtraucher steht hierbei im Einklang mit bisher veröffentlichten Arbeiten [9, 11, 14].

Zwischen verschiedenen Altersgruppen und Dauer des Konsums ist jedoch bislang noch nicht ausführlich differenziert worden. Wir konnten bei der Einteilung in verschiedene Altersgruppen und in Gruppen nach Dauer des Zigarettenkonsums nachweisen, dass gerade beim jungen Raucher und Nichtraucher im Vergleich zum älteren eine auffallend drastische Verschlechterung der Hautdurchblutung stattfindet.

Mit zunehmendem Alter und längerer Dauer des Zigarettenkonsums war in unserer Arbeit die Abschwächung der Hautperfusion geringer ausgeprägt. Eine mögliche Erklärung könnte beim älteren Raucher mit langer Konsumdauer eine Beeinträchtigung der Elastizität der Gefäßwand z. B. durch Arteriosklerose sein [1]. Tur et al. wiesen nach, dass die Ausgangsdurchblutung nach suprasystolischer Stauung bei chronischen Rauchern erst nach einem längeren Zeitintervall erreicht wird als bei Nichtrauchern [27]. Die untersuchten Personen wurden jedoch nicht in unterschiedliche Altersgruppen eingeteilt. Für die mit zunehmender Dauer des Zigarettenkonsums schlechter werdende Gefäßreaktion können ebenfalls Veränderungen an der Gefäßwand verantwortlich gemacht werden [1, 2]. Astrup konnte tierexperimentell bereits nach 13 Wochen CO-Gasexposition ein Frühstadium der Arteriosklerose nachweisen [1]. Auerbach zeigte bei einer histologischen Untersuchung von Arteriolen Verstorbener

Tab. 3 Vitalparameter in Ruhe und Raumtemperatur

Gruppen	Blutdruck systolisch	Blutdruck diastolisch	Puls	Raumtemperatur
	[mmHg]	[mmHg]	[Schläge/min]	[°C]
Nichtraucher A	111 (100–120)	69 (60–90)	73 (65–80)	23±2
Raucher B	122 (90–140)	74 (60–100)	77 (54–100)	23±2

Tab. 4 Vitalparameter während des Zigarettenkonsum

Gruppen	Blutdruck systolisch	Blutdruck diastolisch	Puls
	[mmHg]	[mmHg]	[Schläge/min]
Nichtraucher A	114 (104–138)	71 (63–89)	78 (67–89)
Raucher B	129 (102–147)	72 (63–92)	77 (67–102)

Tab. 5 Durchblutung<sup>a</sup> in Ruhe und während des Zigarettenkonsums

	Gruppe A [PU]	Gruppe B [PU]
Durchblutung in Ruhe	675 (95–715)	555 (95–1609)
Durchblutung während des Rauchens	455 (65–1437)	403 (51–1244)

<sup>a</sup>An der Mittelfingerbeere, PU perfusion units.

Tab. 6 Veränderung der Durchblutung<sup>a</sup> beim Raucher und Nichtraucher während des Zigarettenkonsums

	Gruppe A	Gruppe B
Durchblutung in Ruhe	100%	100%
Durchblutung während des Rauchens	70% (19–109)	76% (15–134)
Verringerung (δ-Perfusion)	30% (–9 bis 81)	24% (–34–85)

<sup>a</sup>An der Mittelfingerbeere.

Tab. 7 Verringerung der Hautdurchblutung innerhalb der Altersgruppen A1/A2 und B1/B2

	Gruppe A1	Gruppe A2	Gruppe B1	Gruppe B2
Mittelfinger in Ruhe	100%	100%	100%	100%
Mittelfinger während des Rauchens	65% (19–109)	82% (38–103)	61% (15–103)	89% (41–134)
Verringerung (δ-Perfusion)	35% (–9–81)	18% (–3–62)	39% (–3–85)	11% (–34–59)

eine ausgeprägtere Verdickung der Gefäßwand bei Rauchern im Vergleich zu Nichtrauchern [2]. Dalla Vecchia et al. konnten nach Zigarettenkonsum bei jungen Rauchern und Nichtrauchern mittels Iontophorese und Laser-Doppler bei Rauchern eine gestörte Gefäßdilatation feststellen, die sie auf eine Störung der peripheren Regulation der kutanen Gefäßreagibilität zurückführten [5].

Es muss hervorgehoben werden, dass sich in unseren Untersuchungen bei jungen Nichtrauchern und jungen Rauchern eine ähnlich starke Verminderung der Hautdurchblutung fand. Es ist deshalb von großer Bedeutung, schon den jungen rauchenden Patienten von einer perioperativen Nikotinkarenz zu überzeugen. Im Hinblick auf elektive Eingriffe gilt es Risikofaktoren zu minimieren, um den post-

operativen Heilungsverlauf zu beschleunigen und dadurch, auch im gesundheitspolitischen und sozioökonomischen Interesse, die Dauer des stationären Aufenthaltes günstig zu beeinflussen. Da Arbeitsplatzmangel und eine schnelle Reintegration des Patienten in das Arbeitsleben heute eine immer herausragendere Rolle spielen, muss der Risikofaktor „Raucher“ bei der Indikationsstellung zur elektiven Operation berücksichtigt werden.

Nikotinkarenz muss unserer Ansicht nach präoperativ begonnen werden. Nach Moller et al. kann die allgemeine Komplikationsrate um 83% gesenkt werden, wenn 6–8 Wochen vor dem Eingriff eine Zigarettenentwöhnung stattfindet [13]. Einheitliche Richtlinien zur zeitlichen Planung der Nikotinabstinenz sind in der Literatur derzeit noch ausständig. Wei-

tere wissenschaftliche Bemühungen sind dringend gefordert, um einen sinnvollen Algorithmus zu entwickeln.

### Fazit für die Praxis

**Zigarettenkonsum verschlechtert die Hautdurchblutung – gerade beim jungen Menschen war in unserer Untersuchung diese negative Wirkung sehr stark ausgeprägt. Die heutige Situation des Arbeitsmarktes erzwingt eine rasche Reintegration des Patienten in den Arbeitsprozess. Als potenzieller Risikofaktor für Wundheilungsstörungen und dadurch für einen verlängerten Heilungsprozess muss dem Zigarettenkonsum bei der Indikationsstellung zum chirurgischen Eingriff noch mehr Beachtung geschenkt werden. Unserer Ansicht nach soll besonders der junge rauchende Patient auf mögliche Komplikationen aufmerksam gemacht und von der Notwendigkeit einer perioperativen Nikotinkarenz überzeugt werden. Bei elektiven Eingriffen sind wir deshalb bemüht, eine Karenz bereits 6–8 Wochen im voraus zu beginnen.**

### Korrespondierender Autor

**Prof. Dr. H. Piza-Katzer**

Universitätsklinik für Plastische  
und Wiederherstellungschirurgie,  
Anichstraße 35, 6020 Innsbruck,  
Österreich  
Hildegunde.Piza@uibk.ac.at

**Danksagung.** Wir bedanken uns bei der Firma GLOCK Ges.m.b.H. Europe für die Bereitstellung des Laser-Doppler-Imagers.

**Interessenkonflikt.** Keine Angaben

### Literatur

- Astrup P (1973) Carbon monoxide, smoking and cardiovascular disease. *Circulation* 48: 1167–1168
- Auerbach O, Hammond EC, Garfinkel L (1968) Thickening of walls of arterioles and small arteries in relation to age and smoking habits. *N Engl J Med* 2: 980–984
- Bommyr S, Svensson H, Lilja B, Sundkvist G (1997) Skin temperature changes and changes in skin blood flow monitored with laser Doppler flowmetry and imaging: a methodological study in normal humans. *Clin Physiol* 17: 71–81
- Choi CM, Bennett RG (2003) Laser Doppler to determine cutaneous blood flow. *Dermatol Surg* 29: 272–280
- Dalla Vecchia L, Palombo C, Ciardetti M et al. (2004) Contrasting effects of acute and chronic cigarette smoking on skin microcirculation in young healthy subjects. *J Hypertens* 22: 129–136
- Goodwin SJ, McCarthy CM, Pusic AL et al. (2005) Complications in smokers after postmastectomy tissue expander/implant breast reconstruction. *Ann Plast Surg* 55: 16–20
- Heden P, Jurell G, Armander C (1986) Prediction of skin flap necrosis: a comparative study between laser Doppler flowmetry and fluorescein test in a rat model. *Ann Plast Surg* 17: 485–488
- Hunt TK, Pal MP (1972) Effect of varying ambient oxygen tensions on wound metabolism and collagen synthesis. *Surg Gynecol Obstet* 135: 561–567
- Ijzerman RG, Serne EH, van Welzenbruch MM et al. (2003) Cigarette smoking is associated with an acute impairment of microvascular function in humans. *Clin Sci (London)* 104: 247–252
- Jensen JA, Goodson WH, Hopf HW, Hunt TK (1991) Cigarette smoking decreases tissue oxygen. *Arch Surg* 126: 1131–1134
- Ludbrook J, Vincent AH, Walsh JA (1974) The effects of sham smoking and tobacco smoking on hand blood flow. *Aust J Exp Biol Med Sci* 52: 285–290
- Mahmud A, Feely J (2003) Effect of smoking on arterial stiffness and pulse pressure amplification. *Hypertension* 41: 183–187
- Moller AM, Villebro N, Pedersen T, Tonnesen H (2002) Effect of preoperative smoking intervention on postoperative complications: a randomised trial. *Lancet* 359: 114–117
- Monfrecola G, Riccio G, Savarese C et al. (1998) The acute effect of smoking on cutaneous microcirculation blood flow in habitual smokers and nonsmokers. *Dermatology* 197: 115–118
- Morecraft R, Blair WF, Brown TD, Gable RH (1994) Acute effects of smoking on digital artery blood flow in humans. *J Hand Surg [AM]* 19: 1–7
- Mosely LH, Finseth F (1977) Cigarette smoking: impairment of digital blood flow and wound healing in the hand. *Hand* 9: 97–101
- Mosely LH, Finseth F, Goody M (1978) Nicotine and its effect on wound healing. *Plast Reconstr Surg* 61: 570–574
- Padubidri AN, Yetman R, Browne E et al. (2001) Complications of postmastectomy breast reconstructions in smokers, ex-smokers and nonsmokers. *Plast Reconstr Surg* 107: 342–349
- Powers EW 3rd, Frayer WW (1978) Laser Doppler measurement of blood flow in the microcirculation. *Plast Reconstr Surg* 61: 250–255
- Reus WF, Robson MC, Zachary L, Heggers JP (1984) Acute effects of tobacco smoking on blood flow in the cutaneous micro-circulation. *Br J Plast Surg* 37: 213–215
- Richardson D (1987) Effects of tobacco smoke inhalation on capillary blood flow in human skin. *Arch Environ Health* 42: 19–25
- Riefkohl R, Wolfe JA, Cox EB, McCarty KS Jr (1986) Association between cutaneous occlusive vascular disease, cigarette smoking, and skin slough after rhytidectomy. *Plast Reconstr Surg* 77: 592–595
- Sarin CL, Austin JC, Nickel WO (1974) Effects of smoking on digital blood-flow velocity. *JAMA* 229: 1327–1328
- Selfallan AM, Stansby G, Jackson A, Howell K, Hamilton G (1994) Comparison of laser Doppler perfusion imaging, laser Doppler flowmetry and thermographic imaging for assessment of blood flow in human skin. *Eur J Vasc Surg* 8: 65–69
- Slana JE, Rex S, Gottrup F (1989) The effect of cigarette smoking on wound healing. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 23: 207–209
- Silverstein P (1992) Smoking and wound healing. *Am J Med* 93: 22–24
- Tur E, Yosipovitch G, Oren-Vulfs S (1992) Chronic and acute effects of cigarette smoking on skin blood flow. *Angiology* 43: 328–335
- Van Adrichem LN, Hovius SE, van Strik R, van der Meulen JC (1992) The acute effect of cigarette smoking on microcirculation of the thumb. *Br J Plast Surg* 45: 9–11
- Van Adrichem LN, Hovius SE, van Strik R, van der Meulen JC (1992) The acute effect of cigarette cigarette smoking on the microcirculation of a replanted digit. *J Hand Surg [AM]* 17: 230–234
- Waeber B, Schaller MD, Nussberger J et al. (1984) Skin blood flow reduction induced by cigarette smoking. Role of vasopressin. *Am J Physiol* 247: 895–901