

Persönliche PDF-Datei für Frank Diemer

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Temperaturmessung

DOI 10.1055/a-1338-7538
Sportphysio 2021; 9: 92–97

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Copyright & Ownership

© 2021. Thieme.
All rights reserved.
Die *Sportphysio* ist
Eigentum von Thieme.
Georg Thieme Verlag KG,
Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart,
Germany
ISSN 2196-5951

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags



Temperaturmessung

Frank Diemer

Palpieren ist gut – Messen ist besser: Eine erhöhte Hauttemperatur kann Zeichen gesteigerter Stoffwechselprozesse sein und eignet sich daher gut, den Heilungsverlauf nach chirurgischen Eingriffen und Verletzungen zu beurteilen. Doch dabei ist manches zu beachten, damit man nicht die falschen Schlüsse zieht.



► **Abb. 1** Die Messung der Hauttemperatur im Rahmen der physiotherapeutischen Diagnostik kann wertvolle Hinweise über den Heilungsverlauf nach Verletzungen und Operationen geben. Quelle: © Diemer F, Sutor V. Praxis der Medizinischen Trainingstherapie; Band 1. Stuttgart: Thieme 2007

Der menschliche Körper verfügt über eine komplexe Thermoregulation, um eine optimale Betriebstemperatur zu erhalten. Integrativer Bestandteil dieses Systems ist die Kontrolle der Hauttemperatur. In der medizinischen Diagnostik wird die Beurteilung von Temperaturschwankungen auf der Haut bereits seit Jahrhunderten verwendet, um krankhafte Prozesse aufzudecken [4]. Schon Hippokrates schreibt diesbezüglich:

„... egal an welcher Stelle des Körpers ein Übermaß an Wärme oder Kälte empfunden wird, der krankhafte Prozess ist dort lokalisiert“ (übersetzt aus [4])

Im Mittelpunkt dieses Updates sollen dementsprechend die Hintergründe der Hauttemperaturmessung, methodische Details und Ergebnisse aus der Grundlagenforschung stehen.

Rationaler Hintergrund

Der menschliche Körper weist eine annähernd konstante Körperkerntemperatur auf. Die Hauttemperatur dagegen unterliegt diversen Einflussfaktoren [25]. Einer der wichtigsten ist die Umgebungstemperatur. In kühler Umgebung reduziert sich die Hauttemperatur, in warmer Um-

gebung erhöht sie sich. Die bloße Betrachtung von absoluten Temperaturwerten ist daher für die Diagnostik von Erkrankungen oder die Beurteilung der Symptomatik von krankhaften Prozessen nicht geeignet.

Allerdings weist das Temperaturprofil auf der Haut eine erstaunliche Symmetrie auf. Selbst über Jahre sind die Unterschiede von gleichen Körperregionen sehr gering (z. B. rechte und linke Hand). Nach Uematsu [26] und MacDonald et al. [15] betragen die Seitendifferenzen im Unterarm/Unterschenkel höchstens 0,3 °C, im Oberarm/Oberschenkel nicht über 0,6 °C. Nur in seltenen Fällen treten sogenannte „Hot Spots“ auf. Diese sind durch Temperaturerhöhungen von 2,2 °C und mehr charakterisiert und haben keinen pathophysiologischen Hintergrund. Abgesehen davon sind Temperaturdifferenzen häufig Ausdruck abnormer Stoffwechselprozesse, z. B. von Entzündungen. *Relative Temperaturdifferenzen im Seitenvergleich nach Verletzungen und Operationen* haben daher im Kontext einer vollständigen Befunderhebung eine Aussagekraft bezüglich des Schweregrads einer Symptomatik [5][8][21].

Voraussetzungen für die Messung

Um die Hauttemperatur verlässlich zu ermitteln, sollten bestimmte Rahmenbedingungen eingehalten werden:

Räumliche Voraussetzung: Messungen sollten in einem Raum mit normaler, konstanter Temperatur (ca. 18–25 °C)

stattfinden („Indoor“). Messungen im Freien sind, bedingt durch die variable Außentemperatur, nicht zuverlässig und daher nicht zu empfehlen.

Zeitliche Ressourcen: Kleidung, Orthesen und Verbände müssen rechtzeitig vor der Messung entfernt werden. In diversen Studien werden Akklimatisierungszeiten von 8 Minuten und mehr angegeben bzw. evaluiert [6][18][19][24].

Technische Voraussetzungen: Am besten eignen sich *kontaktlose Infrarot-Thermometer* mit einer Messgenauigkeit von absolut 0,1–0,2 °C bzw. relativ 1% des Ausgangswertes (► **Abb. 2**). Diese Anforderung erfüllen die meisten kontaktlosen Fieberthermometer (z. B. Thermofinder HFS 900), spezifische Hautthermometer (z. B. Exergen Derma-Temp DT 1001), aber auch handelsübliche nichtmedizinische Thermometer (z. B. Trotec TP6).

Messmethode

Für die Ermittlung des Differenzwertes kommen unterschiedliche Methoden zum Einsatz. Im Kontext der Charcot-Arthropathie oder der Kontrolle von Hautgeschwüren werden häufig feste Messpunkte definiert und die Ergebnisse zwischen betroffener und nicht betroffener Seite miteinander verglichen (z. B. am Innenknöchel oder an der Basis der Metatarsalen) [6][11].

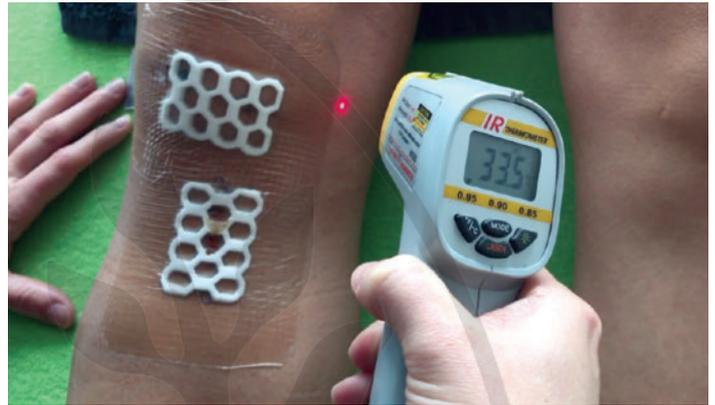
Innerhalb der postoperativen oder posttraumatischen Nachsorge von muskuloskelettalen Erkrankungen empfiehlt sich ein anderes Vorgehen (siehe Infobox Ablauf der Messung, ► **Abb. 3**). Zunächst sollte das Hautareal mit der höchsten Temperatur über dem betroffenen Gelenk evaluiert werden. Dieser Messpunkt wird nun als dauerhafter Referenzwert definiert. Er muss daher so genau wie möglich anhand anatomischer Marker lokalisiert werden. Die identische Region wird dann auf der nicht betroffenen Seite gemessen und der Differenzwert wird bestimmt [10][19]. Aus den Daten von Windisch et al. [29] ist ersichtlich, wie wichtig ein sorgfältiges Vorgehen bei der Messung ist. Bei ihrer Untersuchung von Knieendoprothesenträgern betragen die Temperaturunterschiede am gleichen Kniegelenk im Verlauf der ersten postoperativen Woche bis zu 5 °C.

ABLAUF DER MESSUNG

1. Akklimatisierungszeit einhalten (ca. 10 min.)!
2. Betroffenes Gelenk auf höchste Temperatur „abscannen“ (► **Abb. 3a**)
3. Gefundenen Hot Spot anhand eines anatomischen Referenzpunktes fixieren
4. Messung des identischen Punktes auf der nicht betroffenen Seite (► **Abb. 3b**)
5. Ermittlung des Differenzwertes
6. **Interpretation des Differenzwertes im Kontext einer Gesamtbefundung**

Reliabilität der Messung

Die Vergleichbarkeit von Hauttemperaturmessungen mit Infrarot-Thermometern ist mittlerweile sehr gut untersucht. Die Ergebnisse sind im Vergleich zu vielen anderen Testverfahren sowohl für die Intratester- als auch für die Intertester-Reliabilität bezogen auf wiederholte Messungen eines bestimmten Punktes hervorragend (► **Tab. 1**, ► **Tab. 2**).



► **Abb. 2** Kontaktlose Infrarot-Thermometer sind hervorragend geeignet, um die Hauttemperatur bis auf ein Zehntelgrad genau zu messen. Quelle: © Bild gestellt von DIGOTOR GbR



► **Abb. 3** Ermitteln der Hauttemperatur nach operativem Eingriff am Kniegelenk. a Zunächst bestimmt man auf der betroffenen Seite das Hautareal mit der höchsten Temperatur. b Anhand anatomischer Marker bestimmt man auf der Gegenseite das entsprechende Areal und misst dort ebenfalls die Hauttemperatur. Quelle: © Bild gestellt von DIGOTOR GbR

► **Tab. 1** Intratester-Reliabilität

Autor	ICC (95% CI)	SEM in °C	MDC in °C
Dallimore 2020	0,93–0,99 (0,86–1)	0,15–0,35	0,4–0,98
Burnham 2006	0,97	-	-
Petrova 2018	0,94–0,97 (0,92–0,98)	-	-

ICC = Intraklassen-Korrelation, SEM = Standard Error of Measurement; MDC = Minimal Detectable Change

► **Tab. 2** Intertester-Reliabilität

Autor	ICC (95% CI)/Pearson r	SEM in °C	MDC in °C
Dallimore 2020	0,91–0,99 (0,81–1)	0,14–0,44	0,39–1,23
Mufti 2015	0,95–0,97 (0,88–0,99)	-	-
Fierheller 2010	r = 0,939	-	-

ICC = Intraklassen-Korrelation, SEM = Standard Error of Measurement; MDC = Minimal Detectable Change

► **Tab. 3** Diagnostische Genauigkeit bei unterschiedlichen Cut-offs und spezifischen Erkrankungen

Autor	Sensitivität	Spezifität	LR +	LR-
Fierheller et al. 2010	94%	86%	6,7	0,07
Van Netten 2014	89%	78%	4,05	0,14

LR + = positive Likelihood Ratio, LR- = negative Likelihood Ratio

Die standardisierten Messfehler (SEM) und die sich daraus ergebenden minimal messbaren Schwellenwerte (MDC, Minimal Detectable Change) sind im Gegensatz dazu nur selten bestimmt worden. In Abhängigkeit von der gemessenen Region betragen sie nach Dallimore et al. zwischen 0,15–0,35 °C und 0,14–0,44 °C bzw. 0,4–0,98 °C und 0,39–1,23 °C [6]. Man kann daher konstatieren, dass die systematisch auftretenden Fehler zwar gering sind, eine „Millimeter-Diagnostik“ aber dennoch unrealistisch ist. Die klinische Interpretation von Differenzwerten bedarf daher der Definition eines ausreichend großen Schwellenwertes (siehe unten).

Validität der Messung

Im Kontext von Validität und einer sinnvollen Interpretation von Messwerten stellen sich folgende Schlüsselfragen:

1. Bilden sich Stoffwechselprozesse in tiefer liegenden Geweben auf der Hautoberfläche ab?

2. Sollte die erste Frage mit Ja beantwortet werden können: Gibt es Grenzwerte für die Diagnostik von Erkrankungen oder für die Einordnung einer klinischen Symptomatik (akut oder weniger akut)?
3. Korrelieren Hauttemperaturwerte mit anderen klinischen Parametern (z. B. Radiologie, Schmerz, Entzündungswerte)?

Zu 1: Der Zusammenhang von Stoffwechselprozessen in tiefer liegenden Geweben und deren Ausprägung auf der Hautoberfläche ist gut untersucht. So zeigen Osbahr et al. [21] in den ersten 24 Stunden nach einer Schulterarthroskopie eine hohe Übereinstimmung des Temperaturverlaufes intraartikulär, subakromial und auf der Haut der Deltaregion. Analog zu diesen Werten zeigen Burnham et al. [3] einen Zusammenhang von invasiv gemessener Muskeltemperatur und den korrespondierenden Werten auf der Haut. In diversen anderen Arbeiten wird ein „Monitoring“ von Patienten in der postoperativen Nachsorge nach einer vorderen Kreuzbandruptur beschrieben (z. B. [2][8]). Man kann daher mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass große Asymmetrien im oberflächlichen Temperaturprofil durch tiefer liegende Stoffwechselprozesse beeinflusst werden. Den größten Einfluss haben dabei entzündliche Prozesse.

Zu 2: In sehr gut vorselektierten Patientengruppen werden sowohl die Thermometrie als auch die Thermografie (bildhafte Darstellung des Temperaturprofils mittels einer Wärmebildkamera) zur Diagnostik von spezifischen Erkrankungen genutzt. Fierheller et al. [10] ermitteln für die Erkennung von infektiösen Hautwunden bei einem Temperaturdifferenzwert von 1,12 °C eine moderate diagnostische Genauigkeit. Analog dazu zeigen van Netten et al. [27] in einer Gruppe von Diabetes-mellitus-Patienten bei einem Differenzwert von 1,35 °C und mehr mit höherer Wahrscheinlichkeit einen akuten Ulkus (► **Tab. 3**). In weiteren Arbeiten werden Zusammenhänge zu einer periprotetischen Infektion (ab 4 °C, Scheidt et al. [25]), zu einer starken entzündlichen Reaktion nach einer Sportverletzung (ab 1,6 °C, Fernández-Cuevas et al. [8]), zu einer Charcot-Arthropathie (ab 2 °C, Milne et al. [17]) oder auch zu einem starken postoperativen Reizzustand (ab 2 °C, Weber [28]) hergestellt. Leider werden in diesen Untersuchungen formulierte Grenzwerte nicht mit testtheoretischen Daten verifiziert. Die diagnostische Genauigkeit von Differenzwerten ist daher in vielen Fällen unklar.

Aus diesem Grund sollte die Temperaturmessung in der oben beschriebenen Anwendung erstens nicht überinterpretiert, zweitens *niemals für sich allein stehend* genutzt und drittens nicht zur Diagnostik von spezifischen Erkrankungen eingesetzt werden. In diesem Zusammenhang beschreiben Fernández-Cuevas et al. [8] eine abgestufte „Aufmerksamkeitsskala“. Kombiniert man diese mit anderen Kriterien, so entsteht eine klinische Entscheidungshilfe, welche die Temperaturmessung in das Clinical Rea-

► **Tab. 4** Abgestufte „Aufmerksamkeitskala“ (Level of Attention Scale, mod. nach Fernández-Cuevas et al. 2017)

Temperaturdifferenz	Schmerzintensität	Pathogenese	Aufmerksamkeitslevel
≤ 0,7 °C	gering–mittel ≤ 5	Bagateltrauma, kleinerer Eingriff	gering
0,8–1 °C			mittel
1,1–1,5 °C	hoch > 5	relevantes Trauma, großer Eingriff	hoch
≥ 1,6 °C			sehr hoch

► **Tab. 5** Zusammenhang von Hauttemperaturdifferenzen und Entzündungsparametern im Blutserum

Autor	Höchste Temperatur	Höchster CRP-Wert	Höchster Wert Blutsenkung	Angleichung Temperatur	Angleichung CRP-Wert	Angleichung Blutsenkung
Romano 2011	3. Tag	3.Tag	3. Tag	3 Monate	3 Wochen	3 Monate
Zeng 2016	5.–7.Tag	3. Tag	3. Tag	12 Monate	2.–4. Woche	3 Monate
Mehra 2005	5.–7. Tag	5.–7.Tag	-	4.–5. Monat	6. Woche	-
Honsawek 2011	k. A., erste Messung erst nach 2 Wochen	1.Tag	2. Woche	> 6 Monate	2 Wochen	6 Monate

soning integriert und den Therapeuten ab einer gewissen Stufe in Alarmbereitschaft versetzt (► **Tab. 4**). Die Skala ist unter klinischen Experten nicht unumstritten und soll in erster Linie darauf hinweisen, dass Temperaturwerte immer im Kontext der Erkrankung und anderer Symptome wie Schmerzen interpretiert werden müssen.

Zu 3. Der Zusammenhang von Hyperthermien und anderen klinischen Parametern wurde insbesondere bei Knie-, seltener bei Sprung- und Handgelenkspatienten untersucht. In den Arbeiten von Denoble et al. [7] und Fokam et al. [9] wird eine positive Korrelation zwischen dem radiologischen Schweregrad der Gonarthrose (gemessen mittels Kellgren- und Lawrence-Skala) und der Temperaturerhöhung ermittelt. Ähnliche Zusammenhänge können auch für die klinische Ausprägung, wie z. B. Schmerz und Palpationsempfindlichkeit, gezeigt werden [1][14]. Im Gegensatz zu diesen Daten messen Oliveira et al. [20] keine direkte Korrelation zwischen dem Ausmaß des kapsuloligamentären Schadens und den Temperaturwerten bei Patienten nach einem Supinationstrauma. Des Weiteren können Mehra et al. [16] und Jones et al. [13] keinen Zusammenhang von Temperatur und Schmerz bzw. der Anzahl von geschwollenen Gelenken aufzeigen. Gerade letztgenannte Arbeiten zeigen möglicherweise auch die Grenzen dieser Methode auf. Es wäre vermessen zu glauben, dass man durch die Beurteilung von Hauttemperaturwerten auf die Größe des Traumas und auf die Anzahl betroffener Gelenke schließen könnte oder dass gar das komplexe Phänomen Schmerz bestimmbar wäre.

untersucht. Hierbei ist auffällig, dass einzelne Entzündungsstoffe eine unterschiedliche Kinetik aufweisen. So reduzieren sich zum Beispiel CRP-Werte in einem kürzeren Zeitraum als die Blutsenkungsgeschwindigkeit. Es wäre also eine grobe Simplifizierung, von einer zeitlich begrenzten Entzündungsphase zu sprechen, bei der alle biochemischen Parameter zum gleichen Zeitpunkt ansteigen, um darauf wieder gemeinsam abzufallen. Trotz dieser Tatsache gibt es insbesondere direkt postoperativ Gemeinsamkeiten von Hauttemperatur und Entzündungsparametern. So fallen die höchsten Werte (CRP und Blutsenkung) in den meisten Arbeiten mit dem Temperaturdifferenzmaximum zusammen. Im weiteren Verlauf der Wundheilung kommt es zu einer Entkopplung von Hyperthermie und den Blutwerten. Wenn überhaupt, orientiert sich die Hauttemperatur dann an der Blutsenkung (► **Tab. 5**).

Die Entkopplung ist nicht überraschend, wenn man die einzelnen Vorgänge in den weiteren Heilungsphasen bedenkt. Es ist absolut plausibel, dass ein erhöhter Stoffwechsel nicht mehr Ausdruck einer entzündlichen Reaktion, sondern Merkmal einer Zellproliferation und Matrixsynthese ist. Dennoch plädieren diverse Autoren dafür, persistierende Temperaturdifferenzen in Kombination mit erhöhten Entzündungswerten im Blutserum als wichtige Marker einer periprothetischen Infektion ernst zu nehmen. Sollte die Temperaturmessung als Kontrollwert im Heilungsverlauf zum Einsatz kommen, so ist daher auf eine stetige Reduktion der Differenz zu achten [16][23][25].

In 4 Arbeiten wurde im Kontext Knie- und Hüftendoprothesenversorgung der Zusammenhang von Hauttemperaturwerten und Entzündungsparametern im Blutserum

TAKE HOME MESSAGE

- Die Beurteilung der Hauttemperatur ist seit Jahrhunderten fest in der medizinischen Diagnostik etabliert.
- Die Messung kann durch kostengünstige Infrarot-Thermometer zuverlässig vorgenommen werden.
- Hohe Differenzwerte zwischen der betroffenen und der nicht betroffenen Seite ($\geq 2^\circ\text{C}$) können im Rahmen einer vollständigen Untersuchung als Ausdruck einer starken entzündlichen Reaktion interpretiert werden.
- Im Heilungsverlauf kann die Hauttemperatur als Monitoring-Parameter zum Einsatz kommen und sollte stetig abnehmen. Die isolierte Interpretation von Hauttemperaturwerten ist hingegen abzulehnen.

Interessenkonflikte

Der Autor ist Mitarbeiter der DIGOTOR GbR.

Autorinnen/Autoren**Frank Diemer**

Frank Diemer ist Physiotherapeut mit eigener Praxis, MSc Muskuloskeletale Physiotherapie, und hat Weiterbildungen in Manueller Therapie, Osteopathie und Sportphysiotherapie absolviert. Er ist Autor der bei Thieme erschienenen „Praxis der medizinischen Trainingstherapie“ sowie zahlreicher Fachartikel. Darüber hinaus ist er Mitglied im Team Physio Meets Science und betreibt mit Kollegen die Fortbildung für Orthopädische Medizin und Manuelle Therapie-Akademie (DIGOTOR) und ist zusätzlich als Dozent im In- und Ausland tätig.

Korrespondenzadresse

Frank Diemer
DIGOTOR
Austraße 30
74336 Brackenheim
Deutschland
E-Mail: frank_diemer@web.de

Literatur

- [1] Arfaoui A, Amine M, Pron H et al. Application of infrared thermography as a diagnostic tool of knee osteoarthritis. *Journal of Thermal Science and Technology* 2012; 7: 227
- [2] Barker LE, Markowski AM, Henneman K. Digital infrared thermal imaging following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012; 42: 292
- [3] Burnham RS, McKinley RS, Vincent DD et al. Three types of skin-surface thermometers: A comparison of reliability, validity, and responsiveness. *Am J Phys Med Rehabil* 2006; 85: 553
- [4] Chambliss J. Case of traumatic femoral aneurism (sic) treated by digital compression-ligation afterwards of the external iliac artery. *Confederate States Med Surg J* 1864; 1: 97–9
- [5] Chanmugam A, Langemo D, Thomason K et al. Relative temperature maximum in wound infection and inflammation as compared with a control subject using long-wave infrared thermography. *Adv Skin Wound Care* 2017; 30: 406
- [6] Dallimore SM, Puli N, Kim D et al. Infrared dermal thermometry is highly reliable in the assessment of patients with Charcot neuroarthropathy. *J Foot Ankle Res* 2020; 13: 56
- [7] Denoble AE, Hall N, Pieper F, Kraus VB. Patellar skin surface temperature by thermography reflects knee osteoarthritis severity. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord* 2010; 3: 69–75
- [8] Fernández-Cuevas I, Lastras JA, Galindo VE et al. Infrared thermography for the detection of injury in sports medicine. 2017. In: Priego Quesada JI. *Application of Infrared Thermography in Sports Science (Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering)*. Springer, Cham; doi10.1007/978-3-319-47410-6_4
- [9] Fokam D, Lehmann C. Clinical assessment of arthritic knee pain by infrared thermography. *Journal of Basic Clin Physiol Pharmacol* 2018; doi.org/10.1515/jbcpp-2017-0218
- [10] Fierheller M, Sibbald RG. A clinical investigation into the relationship between increased periwound skin temperature and local wound infection in patients with chronic leg ulcers. *Adv Skin Wound Care* 2010; 23: 369
- [11] Gosh A, Ray S, Garg MK et al. The role of infrared dermal thermometry in the management of neuropathic diabetic foot ulcers. *Diabet Med* 2020; doi10.1111/dme.14368
- [12] Honsawek S, Deepaisarnsakul B, Tanavalee A et al. Relationship of serum IL-6, C-reactive protein, erythrocyte sedimentation rate, and skin temperature after total knee arthroplasty: A prospective study. *Int Orthop* 2011; 35: 31
- [13] Jones B, Hassan I, Tsuyuki RT et al. Hot joints: Myth or reality? A thermographic joint assessment of inflammatory arthritis patients. *Clin Rehabil* 2018; 37: 2567
- [14] Lerkvaleekul B, Jaovisidha S, Sungkarat W et al. The comparison between thermography and ultrasonography with physical examination for wrist joint assessment in juvenile idiopathic arthritis. *Physiol Meas* 2017; 38: 691
- [15] MacDonald A, Petrove N, Ainarakar S et al. Thermal symmetry of healthy feet: A precursor to a thermal study of diabetic feet prior to skin breakdown. *Physiol Meas* 2017; 38: 33
- [16] Mehra A, Langkamer VG, Day S et al. C reactive protein and skin temperature post total knee replacement. *Knee* 2005; 12: 297
- [17] Milne TE, Rogers JR, Kinnear EM et al. Developing an evidence-based clinical pathway for the assessment, diagnosis and management of acute Charcot Neuro-Arthropathy: A systematic review. *J Foot Ankle Res* 2013; 6: 3
- [18] Mufti A, Somayaji R, Coutts P et al. Infrared skin thermometry: Validating and comparing techniques to detect peri-wound skin infection. *Adv Skin Wound Care* 2018; 31: 607
- [19] Mufti A, Coutts P, Sibbald RG et al. Validation of commercially available infrared thermometers for measuring skin

surface temperature associated with deep and surrounding wound infection. *Skin Wound Care* 2015; 28: 11

- [20] Olivera J, Vardasca R, Pimenta M et al. Use of infrared thermography for the diagnosis and grading of sprained ankle injuries. *Infrared Physics & Technology* 2016; 76: 530
- [21] Osbahr DC, Cawley PW, Spear KP. The effect of continuous cryotherapy on glenohumeral joint and subacromial space temperatures in the postoperative shoulder. *Arthroscopy* 2002; 18: 748
- [22] Petrova NL, Whittan A, MacDonald A et al. Reliability of a novel thermal imaging system for temperature assessment of healthy feet. *J Foot Ankle Res* 2018; 11: 22
- [23] Romanò CL, Romanò D, Dell'Oro F et al. Healing of surgical site after total hip and knee replacements show similar telethermographic patterns. *J Orthop Traumatol* 2011; 12: 81
- [24] Roy RA, Boucher JP, Comtois AS et al. Digitized infrared segmental thermometry: Time requirements for stable recordings. *J Manipulative Physiol Ther* 2006; 29: 468e1
- [25] Scheidt S, Rüwald J, Schildberg FQ et al. A systematic review on the value of infrared thermography in the early detection of periprosthetic joint infections. *Z Orthop Unfall* 2020; 158: 397
- [26] Uematsu S, Edwin DH, Jankel W et al. Quantification of thermal asymmetry, part 1. *J Neurosurg* 1988; 69: 552
- [27] Van Netten JJ, Puijs M, van Baal JG et al. Diagnostic values for skin temperature assessment to detect diabetes-related foot complications. *Diabetes Technol Ther* 2014; 16: 1

- [28] Weber J. Die Messung der Hauttemperatur – eine zusätzliche Objektivierungsmöglichkeit zur Therapie und Belastungssteuerung nach Verletzungen und Operationen des Stütz- und Bewegungsapparats. *Medizin und Sport* 1990; 30: 178
- [29] Windisch C, Brodt S, Roehmer E, Matziolis G. Regional differences in temperature course after knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2016; 24: 2686
- [30] Zeng Y, Feng W, Qi X et al. Differential knee skin temperature following total knee arthroplasty and its relationship with serum indices and outcome: A prospective study. *J Int Med Res* 2016; 44: 1023

Bibliografie

Sportphysio 2021; 9: 92–97

DOI 10.1055/a-1338-7538

ISSN 2196-5951

© 2021. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany