ÜBERSICHTSARBEIT

Sauna gegen SARS-CoV-2: Vielfältig wirksam und besonders sicher

Karl-Ludwig Resch

Deutsches Institut für Gesundheitsforschung gGmbH, Bad Elster

PERFUSION 2020; 33: 104 – 109

ZUSAMMENFASSUNG

Das typische Klima in einem Saunaraum (Temperaturbereich 80 – 90 °C) bewirkt eine schnelle und zuverlässige Inaktivierung von COVID-19 auslösenden Viren in der wichtigsten Region ihrer Manifestation, dem Nasen-Rachen-Raum, und verbessert die lokalen Bedingungen für die spontane Aktivität des angeborenen Immunsystems. Auch in der Raumluft (Aerosole) und auf Oberflächen (infektiöse Tröpfchen) werden in der Sauna eventuell vorhandene Viren viel schneller inaktiviert als in jedem anderen Raum, in dem sich Menschen aufhalten. Regelmäßiges Saunieren trainiert überdies unterschiedliche Anteile des Immunsystems und kann deshalb wohl das individuelle Risiko, an COVID-19 zu erkranken, spürbar senken.

Schlüsselwörter: COVID-19, Coronavirus, SARS-CoV-2, Inaktivierung, Sauna, Immunsystem, Prävention

SUMMARY

The typical climate of a sauna with temperatures in the range of 80° to 90 °Celsius is responsible for a rapid and reliable inactivation of viruses causing COVID-19 in the most important area of manifestation, the nose and throat, and an instantaneous improvement of local conditions for the innate immune system to fight the virus. In addition, in case of viable viruses being present in aerosols or on fomites, inactivation will happen faster than in any other indoor environment where persons may stay. Eventually, sauna bathing on a regular basis has been shown to train various components of the immune system and may thus significantly lower the individual risk of getting COVID-19.

Keywords: COVID-19, coronavirus, SARS-CoV-2, inactivation, sauna bathing, immune system, prevention

Seit Anfang 2020 breitet sich ein neuartiges Coronavirus über die ganze Welt aus und die COVID-19-Pandemie bestimmt spätestens seit März in teilweise dramatischem Ausmaß alle Bereiche des Lebens. Die „neuen Coronaviren“ (SARS-CoV-2) sind den Viren, die im Jahr 2003 eine Epidemie ausgelöst haben (SARS-CoV-1) , mit ca. 80 % Übereinstimmung im „Bauplan“ sehr ähnlich [1]. Deshalb orientieren sich viele Empfehlungen aktuell vor allem an Erkenntnissen, die mit SARS-CoV-1 gemacht wurden. Täglich mehrt sich aber das Wissen um SARS-CoV-2, täglich publizieren Wissenschaftler Erkenntnisse, die sie direkt im Rahmen der Behandlung aktueller Corona-Patienten gemacht haben bzw. aus den weltweiten, immer engmaschiger werdenden Beobachtungen ableiten können.

Die derzeit weltweit wichtigste Strategie ist es, darauf hinzuwirken, dass sich so wenige Menschen wie möglich anstecken, vor allem, damit nicht zu viele Menschen gleichzeitig krank werden und die Behandlungskapazitäten nicht mehr ausreichen, aber auch, weil uns jeder Tag einen Tag näher an eine die Viren direkt erfolgreich bekämpfende Therapie bzw. eine wirksame Schutzimpfung bringt.

Zu Hause bleiben bzw. in der Öffentlichkeit gehörigen Abstand zu anderen Menschen einhalten soll verhindern, dass man Viren einatmet und sich so mit der Krankheit ansteckt. Ergänzend soll das Desinfizieren von Flächen und gründliches Händewaschen bewirken, dass man im Falle eines Kontaktes die Anzahl der Viren möglichst stark reduziert, um die Chancen zu vergrößern, dass der Körper und dessen

© Verlag PERFUSION GmbH

Immunsystem mit den dann eventuell noch übrig gebliebenen restlichen Viren klar kommt.

Als zentrales Instrument der Minimierung von Kontakten wurden im Frühjahr dieses Jahres Einzelhandelsgeschäfte, Schulen, Behörden und viele andere Einrichtungen temporär geschlossen (sog. „Lockdown"), darunter auch öffentliche Bäder und Saunen. Dabei blieben Überlegungen zu deren bekannten und anerkannten gesundheitsfördernden Effekten bis heute außen vor. Im Folgenden soll näher beleuchtet werden, inwieweit die Schließungen insbesondere von öffentlichen Saunen und die seither fortbestehenden Restriktionen im Betrieb wissenschaftlich gerechtfertigt sind. Das Hauptaugenmerk gilt dabei einerseits dem unmittelbaren Risiko einer Ansteckung bei einem Besuch und andererseits den möglichen Potenzialen, die mit regelmäßigem Saunieren assoziiert sind.

Ganzkörperhyperthermie und COVID-19

Das Leben auf unserem Planeten hat zwei offensichtliche Quantensprünge der Evolution vollzogen, nämlich die Eroberung des Landes und die Entwicklung der Homöothermie, also die Aufrechterhaltung einer konstanten Körpertemperatur. Sogenannte Warmblüter können einerseits in weiten Grenzen unabhängig von der aktuellen Außentemperatur konstant schnell auf äußere Einflüsse wie z.B. Bedrohungen reagieren und haben andererseits im Vergleich zu wechselwarmen Lebensformen einen ungleich effizienteren Stoffwechsel, der wesentlich durch Enzyme mit einer auf die Körpertemperatur der jeweiligen Spezies optimierten Reaktionstemperatur bestimmt wird [2]. Die Bedeutung der Homöothermie wird auch dadurch nachvollziehbar, dass es sich bei der Thermoregulation wohl um einen der vielschichtigsten und komplexesten autoregulativen Regelkreise im Körper handelt [3]. Durch geringe Erhöhungen dieser Regeltemperatur („Fieber") können viele metabolische Prozesse zudem massiv beschleunigt werden bei gleichzeitigem Anstieg der Durchblutung, womit der Körper z.B. gegenüber eindringenden Pathogenen einen zusätzlichen Vorteil realisieren kann.

Vor diesem Hintergrund ist es durchaus nachvollziehbar, dass bereits im Frühjahr dieses Jahres bei Überlegungen zur Vorsorge und Therapie von COVID-19 der mögliche Nutzen eines thermotherapeutischen Ansatzes ins Spiel gebracht wurde [4]. Der dabei am nächsten liegende Aspekt ist sicherlich die Temperaturempfindlichkeit der Viren selbst.

Widerstandsfähigkeit (Tenazität) von SARS-CoV-2

Zunächst ist zu bedenken, dass ein Großteil der aktuellen Untersuchungen keine Rückschlüsse auf die Infektiosität bzw. Tenazität der SARS-CoV-2-Viren ziehen lässt. Im zentralen Dokument des Robert-Koch-Instituts (RKI), dem „SARS-CoV-2 Steckbrief zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19)" [5], findet sich zwar an mehreren Stellen der Hinweis, dass für einen Rückschluss auf das Vorhandensein tatsächlich infektiöser Viren kaum aussagekräftige Studien vorliegen (vgl. z.B.: „In mehreren Untersuchungen wurde SARS-CoV-2-RNA auf verschiedenen Flächen in der Umgebung von COVID-19-Patienten gefunden. In keinem Fall gelang bisher die Anzucht des Virus, sodass nicht geklärt ist, ob das Virus von diesen realen Flächen übertragen werden kann"), doch geht das, da nicht wirklich nachvollziehbar erklärt, wohl regelhaft unter.

Tatsache ist, dass Analyseverfahren zum Nachweis von SARS-CoV-2 erst seit Anfang 2020 entwickelt werden konnten [6]. Das derzeit mit Abstand am häufigsten angewendete Verfahren, die Reverse-Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion (RT-PCR), verdoppelt mit jedem Schritt die Menge von für SARS-CoV-2 spezifischen RNA-Fragmenten und wird als positiv interpretiert, wenn nach weniger als einer vorgegebenen Anzahl von Verdoppelungen, typischerweise z.B. Ct (threshold cycle) <24 ein Farbumschlag das Vorhandensein von Virus-RNA anzeigt [7, 8]. Das Verfahren erfordert im Rahmen der Vorbereitung der Proben u.a. einen thermischen Aufschluss der Viren, also die Zerstörung von Hülle und infektiösen Spikes, und lässt deshalb einen Rückschluss auf das Vorhandensein infektiöser Viren nicht zu. Bei Abstrichen aus Nase und Rachen kann immerhin logisch gefolgert werden, dass identifizierte RNA-Fragmente mit großer Wahrscheinlichkeit von infektiösen Viren stammen müssten, da sich Virusfragmente bzw. RNA-Fragmente dort nur sehr kurz würden halten können. Außerhalb des menschlichen Körpers setzt der Nachweis infektiöser Viren die Anzucht derselben in einer spezifisch dafür geeigneten Zellkultur voraus. Entsprechende Zellkulturen sind zwar inzwischen entwickelt worden, der Test kann aber nur von wenigen Speziallabors durchgeführt werden.

Ein wenig weiter hilft eine Studie, die schon im März dieses Jahres veröffentlicht wurde [9] und in der gezeigt wurde, dass die Tenazität von SARS-CoV-2 ziemlich ähnlich der von SARS-CoV-1 ist, für die es eine Reihe von entsprechenden Untersuchungen gibt. Demnach können infektiöse SARS-CoV-2-Viren außerhalb des Körpers in Aerosolen bis zu 3 Stunden, auf Kupfer bis zu 4 Stunden, auf Karton bis zu 24 Stunden

© Verlag PERFUSION GmbH

und auf Kunststoff und Edelstahl bis zu 2 – 3 Tage nachgewiesen werden [10]. Sie verhielten sich in diesen Untersuchungen sehr ähnlich wie SARS-CoV-1-Viren, die laut WHO sehr widerstandsfähig gegen kühle Temperaturen sind, da sie bei +4 °C genauso wie bei –80 °C noch nach 3 Wochen nahezu unverändert nachweisbar waren [11]. Andere Untersuchungen ergaben, dass getrocknete SARS-CoV-1-Viren bei Raumtemperatur wenigstens 2 Wochen, in einer Flüssigkeit sogar 3 Wochen überleben können [12].

Erheblich weniger stabil sind SARS-Viren gegenüber Wärme [12]. Es reichen schon 38 °C, dass die Viren innerhalb von Stunden massiv weniger infektiös werden, insbesondere bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit, und schon 15 Minuten bei 56 °C machen ihnen zuverlässig den Garaus [12]. Eine aktuelle, umfassende Analyse wohl aller existierenden Studien zur Hitzestabilität von SARS-CoV-Viren weist eine Verringerung um 4 log10 (das entspricht 99,99 %) der ursprünglich vorhandenen Viruspartikel bei einer Expositionstemperatur von 60 °C für 30 Minuten, 65 °C für 15 Minuten bzw. 80 °C für 1 Minute [13] aus. Eine weitere, soeben publizierte experimentelle Studie zur Thermosensitivität auf Oberflächen bestätigt diese Erkenntnis voll umfänglich, wenn man die dortigen Untersuchungsansätze auf 65 °C bzw. 80 °C extrapoliert [14]. Diese Thermosensitivität könnte man sich zu Nutze machen, um sich vor den Viren zu schützen bzw. ihnen die Vermehrung im Körper möglichst schwer zu machen.

Wärme als „Desinfektionsmittel“

Oftmals wäre das Inaktivieren von Viren durch Wärme wesentlich schonender für den Anwender, die Umwelt, aber auch das möglicherweise kontaminierte Material als die Desinfektion mit chemischen Mitteln. Glücklich, wer zu Hause dafür ein geeignetes Gerät hat – eine Sauna: Textilien und alle Gegenstände, die möglicherweise (z.B. beim Einkaufen, Spazieren gehen etc.) mit Viren in Berührung gekommen sein könnten, lassen sich in einer mäßig warmen Sauna (z.B. bei 60 – 70 °C) innerhalb etwa einer Stunde zuverlässig komplett virenfrei machen [15]. Noch viel schneller sinkt die Virenkonzentration um einen Faktor von 1000 bis 10000 [13], was die Gefahr einer Infektion bereits massiv verringert.

Diese Überlegungen gelten natürlich auch für das Saunieren selbst. Dabei ist grundsätzlich eine Übertragung durch einen infektiösen Saunagänger denkbar, sei es durch Tröpfchen (definiert als Partikel mit einer Größe von mindestens 5 – 10 µm, typischerweise aber eher größer als 50 µm) oder durch Aerosole (definiert als Partikel mit einer Größe von unter 5 µm, typischerweise um 1 µm oder kleiner). Ein Vergleich mit den Viren selbst (Größe ca. 0,1 µm) macht klar, dass Aerosolpartikel im Gegensatz zu Tröpfchen ggf. eher wenige Viren enthalten können. Umgekehrt sinken schon Tröpfchen mit mittlerer Größe in unmittelbarer Nähe des Emittenten innerhalb von 1 – 2 Sekunden zu Boden [16], während Aerosolpartikel wohl über Stunden in der Luft schweben [17, 18] und sich deshalb in geschlossenen Räumen sukzessive anreichern können (vgl. Abb. 1) [19].

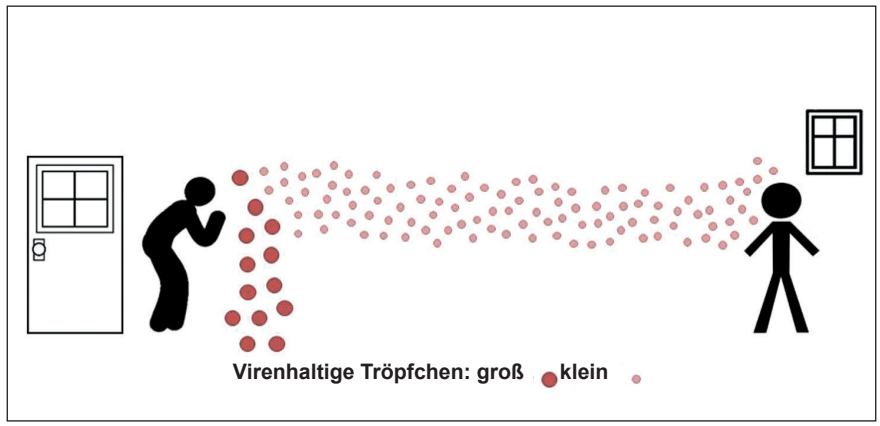

Abbildung 1: In geschlossenen Räumen sinken größere virenhaltige Tröpfchen nahe am Emissionspunkt zu Boden (Tröpfchenübertragung), während kleinere virenhaltige Partikel mehrere Meter lange Strecken in der Luft zurücklegen können (Aerosolübertragung) [19].

Daraus lässt sich übrigens auch ableiten, warum im Juni mehr als 200 Wissenschaftler in einem Appell an die WHO forderten, dass die Aerosolproblematik gegenüber dem Tröpfcheninfektion nicht weiter sträflich vernachlässigt werden sollte [20]. Dies auch vor dem Hintergrund, dass die typischen großen Tröpfchen (abgesehen von lautem Sprechen oder Singen, was gerade in der Sauna mehr als unüblich ist) vornehmlich beim Husten und Niesen, also nur bei Menschen mit deutlichen Symptomen in Nase und/oder Rachen entstehen. In Anbetracht der inzwischen zunehmend verlässlichen Evidenz, dass auf einen infektiösen Menschen mit deutlichen Symptomen 5 – 10 (oder sogar noch mehr) asymptomatische Virusträger kommen [21, 22, 23], bekommen Überlegungen zum Risiko, das von Aerosolen ausgeht, die beim ganz normalen Atmen entstehen und infektiöse Viruspartikel enthalten, zunehmend Bedeutung.

© Verlag PERFUSION GmbH

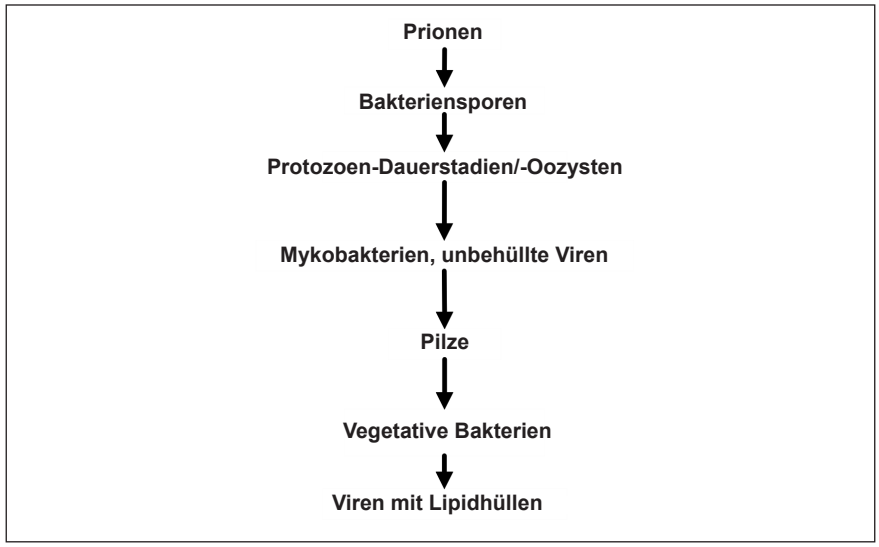

Abbildung 2: Abnehmende Resistenz von Mikroorganismen gegenüber Desinfektionsmitteln [36].

Während in „normalen" Räumen die Dynamik der Veränderungen von Aerosolpartikeln und Tröpfchen hoch komplex ist (Anlagerung und Kondensation einerseits und Schrumpfen durch Austrocknung andererseits), gibt es insbesondere in der trocken-heißen finnischen Sauna nur eine Richtung: schnelle Inaktivierung von Tröpfchen wie von Aerosolen durch die hohen Temperaturen – wesentlich schneller als in irgendeinem anderen „geschlossenen" Raum, in dem Menschen sich aufhalten. Zudem ist die Aufenthaltsdauer regelhaft auf etwa 10 bis maximal 15 Minuten begrenzt, sodass sich sowohl für die Emittierung von infektiösen Partikeln wie auch für deren Aufnahme wesentlich weniger günstige Bedingungen ergeben als in anderen geschlossenen Räumen. Eine Zeitspanne von 15 Minuten potenzieller Exposition ist übrigens u.a. in der Funktion der Corona-App als unteres Limit einer möglichen Gefährdung (in einem beliebigen Umfeld) festgelegt [24].

Möglichen Bedenken gegen Aufgüsse in der Sauna ist entgegenzuhalten, dass es in der Literatur kein einziges nachvollziehbares Gegenargument und weder direkte noch mittelbare evidenzbasierte Fakten für ein relevantes zusätzliches Risiko gibt. Abgesehen davon, dass im Rahmen eines Aufgusses Wasserdampf mit über 100 °C produziert wird und dadurch im Aufgussmedium eventuell enthaltene Viren (wofür sich selbst keine einigermaßen logische Erklärung finden lässt) wohl augenblicklich nicht nur inaktiviert, sondern zerstört würden, gibt es auch kein sachlich begründetes Argument gegen das übliche konsekutive „Verwedeln" des heißen Wasserdampfs. Steriler Wasserdampf selbst kann durch Verwedeln grundsätzlich nicht infektiös werden, und die permanent hohe Temperatur sorgt, wofür es eine ganze Reihe von seriösen experimentellen Belegen gibt, selbst für den Fall der Anwesenheit einer infektiösen Person für eine schnelle Inaktivierung der Viren sowohl in der Luft (Aerosol) als auch auf den Oberflächen. Damit ist davon auszugehen, dass selbst bei Aufgüssen mit konsekutivem Verwedeln ein deutlich bis erheblich geringeres Infektionsrisiko besteht als etwa in Bussen und Bahnen oder bei den inzwischen sukzessive wieder zugelassenen (kulturellen) Veranstaltungen in geschlossenen Räumen.

Wärme gegen SARS-CoV-2 in Nase und Rachen

Im Laufe der Evolution haben sich zwei Mechanismen herausgebildet, die dafür sorgen, dass kleine und kleinste Fremdkörper beim Einatmen daran gehindert werden, tief in die Lungen einzudringen. Zum einen produzieren Becherzellen eine ca. 50 µm starke Schleimschicht, in der solche Teilchen gefangen werden, zum anderen sorgen Zilien dafür, dass dieser Schleim kontinuierlich in Richtung Rachen transportiert und von dort aus durch Husten, Niesen oder Verschlucken unschädlich gemacht wird [25]. Größere Teilchen, z.B. kondensierende Tropfen, in der Atemluft werden bereits von den Härchen in der Nase abgefangen. Zellen des angeborenen Immunsystems agieren als eine erste, unspezifische Immunbarriere. Warme und feuchte Luft unterstützt diese Funktionen [26, 27, 28].

SARS-CoV-2-Viren vermehren sich – wie Grippeviren auch – vornehmlich im Rachen und Halsbereich [29]. Dort dringen sie in die Zellen der Schleimhaut ein und zwingen diese dazu, massenhaft neue Viren zu bilden und freizusetzen. Untersuchungen aus China zeigen, dass bei Menschen mit besonders schwerem Krankheitsverlauf die Virenkonzentration in den ersten Abstrichen gut 50-mal höher war als bei Menschen, die nur leicht erkrankten und bei denen das Virus auch für einen wesentlich kürzeren Zeitraum im Test nachgewiesen werden konnte [30].

Die wärmeempfindlichen Viren lassen sich deshalb gerade in den Bereichen der Atemwege besonders gut und effektiv bekämpfen, die man mit äußerlich zugeführter Wärme noch gut erreichen kann: die oberen

© Verlag PERFUSION GmbH

Atemwege. Schon 2006 wurde in einer finnischen Übersichtsarbeit darauf hingewiesen, dass „keine Gefahr besteht, infektiöse Mikroorganismen zu inhalieren“, wenn die Temperatur in der Sauna hoch genug ist (80°– 90 °C) [31]. Diese allgemein gehaltene Aussage schließt definitiv Coronaviren ein, die zu den am wenigsten widerstandsfähigen „Mikroorganismen“ zählen (vgl. Abb. 2), weil Viren im Gegensatz zu Bakterien grundsätzlich nicht fähig zur Selbstreparatur sind und weil Coronaviren als behüllte Viren eine besonders wenig robuste Lipidmembran besitzen [32], die komplexe dreidimensionale Struktur der Spikes schon durch relativ wenig aggressive physikalische und chemische Einwirkungen verändert wird [33] und auch die viralen Nukleokapsidproteine auffällig wenig stabil sind [34].

Neben Heißgetränken wie Tee (insbesondere mit ätherischen Ölen und anderen antiviral wirksamen Substanzen pflanzlichen Ursprungs), Kaffee, Suppe etc. ist hier vor allem die Sauna eine echte Geheimwaffe. Die Logik des gezielten Einsatzes von erwärmter Luft als therapeutischem Ansatz gegen COVID-19 hat bemerkenswerterweise Wissenschaftler der Klinik für orthopädische Chirurgie einer amerikanischen Universität inspiriert, einen Prototyp einer „Micro-Sauna“ zu entwickeln, der „auf 80 – 90 °C erhitzte Luft in einer sicheren und verträglichen Weise abgibt“ [35].

Für die Sauna gilt: Die Wärmeexposition sollte möglichst häufig und möglichst lange erfolgen. Letzteres gelingt am besten, wenn die Temperatur relativ niedrig eingestellt wird, da dann die Überwärmung langsamer verläuft. Es genügen wohl schon 60 – 70 °C. Mit zunehmender Temperatur reicht die Wirkung weiter in die oberen Atemwege hinein, allerdings verringert sich dann die gut zu ertragende Zeitdauer der Exposition. Besonders vorsichtig sollte allerdings sein, wer bereits Symptome eines Atemwegsinfekts verspürt oder gar (leichtes) Fieber hat, denn da tut sich der Körper möglicherweise schwer mit einer „gesunden“ Gegenregulation, insbesondere wenn er nicht durch regelmäßiges Saunieren bereits gelernt hat, mit hohen Temperaturen positiv umzugehen.

Prolongateffekte regelmäßiger thermischer Stimuli

Es ist schon lange empirisch bekannt [37, 38] und durch Studien belegt [39], dass regelmäßiges Saunieren mit einer deutlichen Abnahme der Häufigkeit von Atemwegs- und grippalen Infekten assoziiert ist [40]. Der Effekt wird bereits nach etwa 2 – 3 Monaten sichtbar, nach 6 Monaten ist die Inzidenz halbiert [41, 42]. Dabei lässt sich bei einer Ganzkörperexposition gegenüber thermischen Reizen, Kälte wie Wärme, als Immediateffekt eine Zunahme freier Radikale im Blut beobachten [43], was bei regelmäßiger Exposition jedoch zu einer Stärkung antioxidativer Mechanismen und damit zu einer besseren Bewältigung von Radikalen führt [44]. Der thermische Stress führt offensichtlich darüber, aber auch über eine ganze Reihe weiterer komplexer endokriner Adaptationsvorgänge [31], dazu, dass verschiedene Teile des Immunsystems schneller und besser auf potenziell pathogene Reize reagieren [45, 46].

Als Reaktion insbesondere auf wechselwarme Stimuli (forciertes Abkühlen nach dem Saunagang) lässt sich z.B. auch eine Erhöhung der Konzentration an Beta-Endorphinen im Blut feststellen, was wiederum antiinflammatorische Wirkungen verstärkt [47].

Fazit

Derzeit sind viele Aspekte der Corona-Pandemie wissenschaftlich erst in Ansätzen erforscht. Solange es noch kein direkt auf das Virus wirkendes Arzneimittel oder einen Impfstoff gibt, sind alle therapeutischen Ansätze darauf beschränkt, das körpereigene Immunsystem zu unterstützen und zu hoffen, dass es mit dem Angreifer irgendwie fertig wird. Hier hilft eine Erkenntnis, die beileibe nicht neu und bestens wissenschaftlich abgesichert ist [31]: Regelmäßiges Saunieren ist ein hocheffizientes Training für das körpereigene Immunsystem [41, 48]. Das kann die Chancen möglicherweise deutlich erhöhen, dass der Körper eine Infektion abwehren kann (zumindest wenn die Virendosis, die man abbekommen hat, nicht zu groß ist). Sollte es zur Infektion kommen, dürfte diese zumindest milder und kürzer verlaufen.

Und dann schmeckt Saunieren, anders als viele Medikamente, weder bitter noch hat es unerwünschte Nebenwirkungen. Es stimuliert vielmehr Körper, Geist und Seele, schenkt dem Saunierer eine wohltuende Auszeit und kurbelt den inneren Stoffwechsel an. Jeder Saunagang kann durch einen klug gewählten Aufguss mit einer spezifisch wirksamen Substanz zusätzliche gesundheitspositive bzw. vorbeugende Wirkungen entfalten. □

Literatur

1 Lu R, Zhao X, Li J et al. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. Lancet 2020;395:565-574
2 Koch J. Thermoregulation des Menschen. In: Leonhardt S, Walter M (Hrsg.). Medizintechnische Systeme. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg 2016: 283-317
3 Persson P. Energie- und Wärmehaushalt, Thermoregulation. In: Brandes R, Lang F, Schmidt RF (Hrsg.). Physiologie des Menschen. Berlin, Heidelberg: Springer 2019: 535-550

 © Verlag PERFUSION GmbH

4 Seheult R. Coronavirus pandemic update 46: Can hot/cold therapy boost immunity? Im Internet: https://www.medcram.com/courses/take/coronavirus-outbreak-symptoms-treatment/lessons/11460295-update-46-can-hot-cold-therapy-thermal-regulation-boost-immunity-more-on-hydroxychloroquine)
5 RKI. SARS-CoV-2 Steckbrief zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19), Stand 21.8.2020. Im Internet: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html
6 Schlenger RL. PCR-Tests auf SARS-CoV-2: Ergebnisse richtig interpretieren. Dtsch Arztebl 2020;117:A-1194 / B-1010
7 Chang MC, Hur J, Park D. Interpreting the COVID-19 test results: a guide for physiatrists. Am J Phys Med Rehabil 2020;99:583-585
8 Jefferson T, Heneghan C. COVID-19: Clinical utility of cycle threshold values. Im Internet: https://www.cebm.net/study/covid-19-clinical-utility-of-cycle-threshold-values/
9 van Doremale N, Bushmaker T, Morris DH et al. Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. N Engl J Med 2020;382: 1564-1567
10 Kampf G, Todt D, Pfaender S et al. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. J Hosp Infect 2020; 104:246-251
11 WHO. First data on stability and resistance of SARS coronavirus compiled by members of WHO laboratory network. Im Internet: https://www.who.int/csr/sars/survival_2003_05_04/en/
12 Chan KH, Peiris JS, Lam SY et al. The effects of temperature and relative humidity on the viability of the SARS coronavirus. Adv Virol 2011;2011: 734690. doi: 10.1155/2011/734690
13 Kampf G, Voss A, Scheithauer S. Inactivation of coronaviruses by heat. J Hosp Infect 2020;105:348-349
14 Biryukov J, Boydston JA, Dunning RA et al. Increasing temperature and relative humidity accelerates inactivation of SARS-CoV-2 on surfaces. mSphere 2020;5:e00441-20
15 Rabenau HF, Cinatl J, Morgenstern B et al. Stability and inactivation of SARS coronavirus. Med Microbiol Immunol 2005; 194:1-6
16 Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. Environ Int 2020; 139:105730
17 Lednicky JA, Lauzardo M, Fan ZH et al. Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. med-Rxiv 2020 Aug 4;2020.08.03. 20167395. doi:10.1101/ 2020.08.03. 20167395. Preprint
18 Stadnytskyi V, Bax CE, Bax A et al. The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. Proc Natl Acad Sci USA 2020:117:11875-11877
19 Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. Environ Int 2020 Jun; 139:105730. doi: 10.1016/j.envint. 2020. 105730. Epub 2020 Apr 10
20 Morawska L, Milton DK. It is time to address airborne transmission of COVID-19. Clin Infect Dis. 2020 Jul 6: ciaa939. doi: 10.1093/cid/ciaa939. Online ahead of print
21 Ing AJ, Cocks C, Green JP. COVID-19: in the footsteps of Ernest Shackleton. Thorax 2020;75:693-694
22 Day M. Covid-19: four fifths of cases are asymptomatic, China figures indicate. Br Med J 2020;369:m1375. doi: 10.1136/bmj.m1375
23 DW News. https://www.dw.com/en/coronavirus-tests-show-half-of-people-in-italys-bergamo-have-antibodies/a-53739727
24 Bundesregierung. https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/corona-warn-app/corona-warn-app-faq-1758392
25 Fahy JV, Dickey BF. Airway mucus function and dysfunction. N Engl J Med 2010;363:2233-2247
26 Rysánková J. Mucociliar transport of nasal mucosa during sauna bathing. Int Sauna Arch 1988;5:137-139
27 Gujrathi AB, Ambulgekar V, Handal A. Effect of steam inhalation on nasal mucociliary clearance in normal individuals and nasal disease state. J Contemp Med Res 2016;3:1262-1264
28 Cohen M. Turning up the heat on COVID-19: heat as a therapeutic intervention [version 2; peer review: 2 approved]. F1000Research 2020,9:292
29 Zou L, Ruan F, Huang M et al. SARS-CoV-2 viral load in upper respiratory specimens of infected patients. N Engl J Med 2020;382:1177-1179
30 Liu Y, Yan LM, Wan L et al. Viral dynamics in mild and severe cases of COVID-19. Lancet Infect Dis 2020; 20:656-657
31 Kukkonen-Harjula K, Kauppinen K. Health effects and risks of sauna bathing. Int J Circumpolar Health 2006;65:195-205
32 Lee YN, Chen LK, Ma HC et al. Thermal aggregation of SARS-CoV membrane protein. J Virol Methods 2005;129: 152-161
33 Malik YA. Properties of coronavirus and SARS-CoV-2. Malays J Pathol 2020;42: 3-11
34 Wang Y, Wu X, Wang Y et al. Low stability of nucleocapsid protein in SARS virus. Biochemistry 2004;43:11103-11108
35 Knio ZO, Shelton JA, O'Gara T. Heated air delivery by micro-sauna: an experimental treatment prototype concept for coronavirus disease 2019. Cureus 2020; 12:e8162
36 Australian Government. https://www.environment.gov.au/system/files/pages/8c8789d3-aa60-4063-bfb5-4fdab-fe186eb/files/disinfectants.pdf
37 Hartmann A Die „Asiatische" Grippe 1957 – die Sauna als Prophylaktikum. Hippokrates 1958;29:153-154
38 Schaffranek L. Auswirkung der Sauna auf die Häufigkeit der Erkältungskrankheiten und die Arbeitsunfähigkeitsdauer. Sauna-Arch 1968;6:23-25
39 Hussain J, Cohen M. Clinical effects of regular dry sauna bathing: a systematic review. Evid Based Complement Alternat Med 2018;2018:1857413
40 Eisermann P. Langzeitstudie zum regelmäßigen Saunabaden einer Kindergruppe hinsichtlich thermischer Konditionierung. Dissertation. Berlin: Humboldt-Universität; 1985
41 Ernst E, Pecho E, Wirz P et al. Regular sauna bathing and the incidence of common colds. Ann Med 1990;22:225-227
42 Conradi E, Brenke R, Philipp S. Häufigkeit akuter respiratorischer Erkrankungen und sekretorisches Immunglobulin A im Speichel unter dem Einfluss regelmäßigen Saunabadens von Kindern. Z Phys Med Balneol Med Klimatol 1992;2:19-21
43 Conradi E, Brenke R, Grune T et al. Beeinflussung des Radikalstoffwechsels durch Sauna und kurzzeitige Abkühlung. Int Sauna-Arch 1994;11:55
44 Brenke R, Siems W. Reduktion prooxidativer und Stärkung antioxidativer Prozesse – ein verbindendes Element der Kneipp'schen Therapie. Schweiz Z Ganzheitsmed 2013;25:41-50
45 Brenke R. Neuere immunologische Befunde zur Erklärung der abhärtenden Wirkung der Sauna. Int Sauna Arch 1992;9:129-135
46 Evans SS, Repasky EA, Fisher DT. Fever and the thermal regulation of immunity. The immune system feels the heat. Nat Rev Immunol 2015;15:335-349
47 Kukkonen-Harjula K, Kauppinen K. How the sauna affects the endocrine system. Ann Clin Res 1988;20:262-266
48 Kunutsor SK, Laukkanen T, Laukkanen JA. Longitudinal associations of sauna bathing with inflammation and oxidative stress: the KIHD prospective cohort study. Ann Med 2018;50:437-442

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. med. Karl-Ludwig Resch
Deutsches Institut für Gesundheitsforschung gGmbH
Kirchstraße 8
08645 Bad Elster
E-Mail: info@d-i-g.org

© Verlag PERFUSION GmbH