

Medizin

Vorsicht, sticht!

Nadelphobie. Die Angst vor Nadeln ist häufiger als gedacht. Für einige ist sie sogar so groß, dass wichtige diagnostische oder therapeutische Maßnahmen wie Blutabnahmen oder Injektionen vermieden werden. Ein problematisches Verhalten, das Forschende nach alternativen Applikationsformen suchen lässt.



Historie. Spritzen hatten einen viel höheren Wert als heute. Die Kanülen wurden immer wieder nachgeschliffen und blieben so lange wie möglich in Verwendung. (Quelle: M. M. Ruisinger, Deutsches Medizinhistorisches Museum Ingolstadt, In: Historische Spritzen: Von der Wegwerfspritze bis zum Spritzbeutel, März 2022) © MUVS

34G

ist laut eines Herstellers zurzeit die dünnste Pen-Nadel der Welt. Die Spitze misst nur 0,18 Millimeter. Damit wird eine nahezu schmerzfreie Insulininjektion möglich.

Info

Injektionskanülen haben einen Innendurchmesser von 0,08 bis 3,8 mm. Zum Vergleich: Der Innendurchmesser von Trinkhalmen beträgt 5 bis 8 mm. Menschliches Haar ist etwa 0,05 bis 0,08 mm dick, Tannennadeln etwa 2 bis 3 mm.

Rahmenvereinbarung liefert. Tiefer ins Detail lässt uns die Wiener Vinzenz Gruppe mit ihren fünf Fachkliniken schauen: G18 rosa (1,27 mm dick) ist mit rund 150.000 Stück die am häufigsten eingesetzte Stärke, G30 gelb (ganze 0,3 mm dick) mit etwa 5.000 Stück die am seltensten eingesetzte, wobei jeweils noch nach verschiedenen Aspekten unterschieden wird.

Nicht nur die Stärke und Geometrie des Schliffs ist relevant, sondern auch die Länge – ein Balanceakt zwischen der medizinischen Handhabungsmöglichkeit und der Gefahr des Verbiegens. Zwar führt Wikipedia sogar Längen bis zu 80 mm (G13, purpur) oder 120 mm (G21, dunkelgrün) an, doch sind die gängigsten Längen nach Auskunft des Wiener Gesundheitsverbundes 25 mm und 40 mm; diese werden grundsätzlich in allen Disziplinen genutzt, vor allem in der inneren Medizin. In jedem Fall müssen sie (derzeit) aus Edelstahl sein und der Norm EN ISO 7864 entsprechen. Ihr Zulassungsverfahren für den europäischen Markt erfolgt über eine „benannte Stelle“ und dauert im Durchschnitt 13 bis 18 Monate.

Nicht nur das mögliche Verbiegen bremst die Suche nach möglichst dünnen Nadeln, sondern auch die Anwendung: Wo größere Volumina in kurzer Zeit injiziert oder entnommen werden sollen, muss auf das Lumen geachtet werden: Erythrozyten und Lymphozyten sind etwa 7 µm groß, Monozyten rund 20 µm. Ihre Entnahme soll sowohl möglichst schonend als auch möglichst schnell erfolgen, weshalb heute in Labors meist die grünen 21G-Nadeln mit einem Außendurchmesser von 0,8 mm und einem Innendurchmesser von 0,5 mm eingesetzt werden. Johann Florian Heller (1813–1871), Pionier der Klinischen Chemie am AKH Wien, würde vermutlich vor Neid erblassen.

Die Dosis macht den Stich

Um Nadelphobien zu verringern, wird nach alternativen Applikationsformen gesucht, speziell für Impfungen. Pflaster mit Dutzenden winziger Mikronadeln, jeweils nur einige Mikrometer dünn und höchstens einen Millimeter lang, sind eine davon. Vor einigen Jahren entwickelten US-Wissenschaftler ein Spezialpflaster, mit dem Menschen sich selbst gegen Influenza impfen können. Der

Von Susanne Krejsa MacManus

100 bis 200 Schmerzrezeptoren pro Quadratzentimeter Haut – kein Wunder, dass Nadelphobien weit verbreitet sind. Mehr als 60 Prozent der Bevölkerung sind davon betroffen. Von Studienteilnehmern mit einer Nadelphobie gaben 52,2 Prozent an, Blutabnahmen zu scheuen, 49 Prozent vermieden Blutspenden und 33,1 Prozent Impfungen. 18,3 Prozent der Ängstlichen versuchen sogar, bei schweren Gesundheitsproblemen notwendige Injektionen zu umgehen.

Um all denen zu helfen, arbeitet die Forschung an neuen Produktionsmethoden, Materialien, Schliff-techniken und immer dünneren Nadelstärken. Mit dem Argument „Weil Ihnen Ihre Patienten am Herzen liegen“ bewirbt beispielsweise einer der größten Hersteller seine „dünnste Pen-Nadel der Welt – 34G“, deren Spitze nur 0,18 Millimeter misst. Damit wird eine nahezu schmerzfreie Insulininjektion möglich. Der Buchstabe G steht für „Gauge“ – das englische Wort für „Dicke“ oder „Stärke“. Je höher der Gauge-Wert, desto geringer ist der Außendurchmesser der Kanüle. „Schuld“ daran ist die

Anzahl der Arbeitsgänge, mit denen ein Draht durch die Drahtziehmaschine gezogen wird. Je öfter, desto dünner und entsprechend steigt die Gauge-Zahl.

Im medizinischen Alltag werden Kanülen aber auch über ihren Farbcode identifiziert, obwohl langsam die Farben ausgehen. Die erwähnte „G34“ ist orange, allerdings hat auch die wesentlich dickere Nadelstärke „G25“ Orange als Kennfarbe.

Verbreichte Nadeln in Zahlen

Im Jahr 2012 schätzte Declan O’Keefe, Anästhesiologe am irischen Royal College of Surgeons, alleine die Zahl der jährlich verabreichten subkutanen Injektionen auf weltweit zwölf bis 13 Milliarden. Zugeschrieben wird ihre Entwicklung seinem Landsmann Francis Rhynd (1801–1861), der mithilfe einer genial improvisierten Hohl-nadel eine subkutane Morphiuminjektion verabreichen konnte. Andere Quellen nennen den französischen Chirurgen und Orthopäden Charles-

Gabriel Pravaz (1791–1853) als ihren Erfinder, weshalb es neben dem erwähnten Größen-System Gauge (G) auch ein Pravaz-System (Gr.) gibt.

Über die Anzahl der in Österreich jährlich verbrauchten Injektionskanülen gibt es nur spärliche Daten. Weder die Statistik Austria noch die Zulassungsbehörde führen darüber Buch, Hersteller und Großhandel hüllen sich in Schweigen. Auskunft gibt lediglich der Wiener Gesundheitsverband, wo jährlich im Schnitt etwa 1,4 Millionen Stück Kanülen verbraucht werden (Referenzjahre 2021 und 2022), davon beispielsweise in der Klinik Donaustadt etwa zehn Prozent. 2021 waren es rund 94.000 und 2022 rund 123.000 Stück. Welche Injektionskanülen für den jeweiligen Anwendungsbereich am besten geeignet sind, entscheidet das medizinische Fachpersonal der jeweiligen Klinik. Der Bedarf wird dann dem Einkauf gemeldet, der im Rahmen einer Ausschreibung – oder falls diese bereits erfolgt ist – durch Abruf aus einer



Aus dem Tierreich lernen. So können die geschuppten Stacheln des Nagetiers Urson (li.) mit den rosa G18-Injektionskanülen verglichen werden. Die mikroskopisch kleinen Schüppchen auf den Borsten lassen die Spitzen leichter in die Haut eindringen als jede Injektionsnadel.

© WILDLIFE/S.Muller / picture alliance

Medizin.Nadel

Patch ist mit 100 Mikronadeln bestückt und wird auf das Handgelenk gedrückt. Dort muss er zwanzig Minuten einwirken. In dieser Zeit lösen sich die 0,65 mm langen Nadeln auf – und der Impfstoff gelangt in die Haut. Die ersten Ergebnisse waren vielversprechend: Antikörper-Titer waren vier Wochen nach der Impfung in beiden Verumpflastergruppen ähnlich hoch wie nach der intramuskulären Injektion, und die Immunantwort hielt auch noch sechs Monate nach der Impfung an. Lokale Hautreaktionen – wie schwache Hautrötungen und leichtes Jucken – verschwanden nach zwei bis drei Tagen. Schwere Nebenwirkungen wurden nicht beobachtet. Mehr als 70 Prozent der Probanden gaben laut den Forschern an, dass sie dieser Art der Applikation bei zukünftigen Impfungen gegenüber der Spritze oder der intranasalen Anwendung den Vorzug geben würden.

Neben der Erhöhung der Impf-raten könnte diese Technologie auch die Kosten senken, denn der Patch ist bei 40 Grad Celsius ohne Wirkverlust über mindestens ein Jahr lagerfähig – ohne Kühlkette, per Post verschickbar, unkompliziert zu entsorgen. Wenn sich das Konzept in den nachfolgenden Studien bewährt, könnten auch für andere Impfungen Mikronadel-Patches entwickelt werden – beispielsweise gegen Masern, Röteln oder Kinderlähmung. Auch während der Corona-Pandemie erhielt diese Idee viel Aufmerksamkeit, doch ist noch nicht bewiesen, dass genügend Wirkstoff in die Haut gelangt.

Von der Natur Stechen lernen

Andere Wege liefert die Beobachtung von Vorbildern aus dem Tierreich: Der britische Allround-Forscher Christopher Wren (1632–1723) soll bereits Mitte des 17. Jahrhunderts experimentell intravenöse Opium-Injektionen an Hunde verabreicht haben, wobei er Gänsekiele als Nadeln benützte. Näher an der aktuellen Wissenschaft sind Beobachtungen am drolligen Baumstachler, auch als Neuweltstachelschwein oder Urson (*Erethizon dorsatum*) bekannt und etwa im Tiergarten Schönbrunn zu besichtigen. Das etwas schwerfällige Nagetier hat bis zu 30.000 Borsten, die es zur Verteidigung einsetzt. „Die mikroskopisch kleinen Schüppchen lassen die Spitzen leichter in die Haut eindringen als jede Injektionsnadel“, schilderte Jeffrey Karp von der Harvard Medical School den Studienaufbau, bei dem die geschuppten Borsten mit den rosa G18-Injektionskanülen verglichen wurden. „Die Widerhaken konzentrieren den Druck beim Eindringen ähnlich wie die Zähne eines gesägten Messers.“ Eine aktuelle Nachfrage bei den Forschern ergab zwar, dass es noch keine industrielle Nutzung gibt, doch umfasst die Liste möglicher Anwendungsgebiete etwa Lokalanästhesie, Abszessdrainage und Vasodilatation. Auch die Entwicklung von Nadeln, die sich beim Einsetzen nicht verbiegen, kann von den Erkenntnissen profitieren.

Die erwähnte „dünnste Pen-Nadel der Welt“ ist nur 4 mm lang, doch geht es noch kürzer – und auch dünner –, wie die Natur zeigt: Der Stachel der Honigbiene ist rund 2,5 mm lang, bloß ca. 40 bis 50 µm dick und hat ein Lumen von ca. 4 bis 5 µm. Der Stich per se ist nicht schmerzhaft, sondern das Bienengift, das durchfließt.



Ein Nadelsortiment aus alten Tagen. Injektionskanülen originalverpackt, in Kunststoff-, Metall- und in Papp-Schachteln, zum Teil mit Preisangabe.

© Krankenhausmuseum Bielefeld e.V. (CC BY-NC-SA); <https://owl.museum-digital.de>

Was dieses Vorbild für die Wissenschaft interessant macht, ist der Mechanismus des Stechens: Durch kleine Widerhaken am Bienenstachel sowie durch seine Rotation wird der Kraftaufwand beim Einstechen um 25 bis 40 Prozent verringert, wie eine Studie an der Temple University in Philadelphia gezeigt hat. Wer beim Wort ‚Widerhaken‘ allerdings aufschreit und sich an eigene „Aua“-Erfahrungen erinnert, legt den Finger auf eine physiologische Schwachstelle: Die Widerhaken erschweren das Herausziehen aus der Haut. Um in der Laborpraxis den höheren Kraftaufwand für das Herausziehen solcherart ‚bioinspired‘ Stacheln zu reduzieren, experimentiert die Forschung mit kleinen Kerben statt Widerhaken. Mit ihrem Leben bezahlen Bienen übrigens nur den Stich des Menschen, die Konfrontation mit (unflexiblen) gepanzerten Insektenkörpern überleben sie.

Das Vorbild Natur ist im Bereich der Blutabnahme nur bedingt hilfreich, wie japanische Forscher in der Zeitschrift *New Scientist* am Beispiel

Stechmücken (vulgo Gelsen) aufzeigten. Mit einem Durchmesser von 0,1 mm sind die Saugrüssel zwar extrem dünn und außerdem rundherum gezackt, wodurch der Kontakt zwischen Nadel und Haut zusätzlich verringert wird, doch konnte ihre Stabilität bisher noch nicht nachgeahmt werden. Ihre Saugtechnik unterscheidet sich von unseren Laborbedürfnissen auch deshalb, weil Stechmücken nur sehr kleine Blutmengen brauchen, beispielsweise 4,2 µl im Vergleich zu ca. 4 bis 8 ml Blut pro (menschlichem) Abnehmeröhrchen. Zum anderen geben sie laut Auskunft des Wiener Parasitologen Horst Aspöck vor bzw. während des Saugakts ein Sekret ab, das gerinnungshemmende Faktoren und weitere Substanzen enthält, die den Blutfluss in Gang halten, aber in Blutproben störend wären.

Apropos Nadelphobien: Jeder vierte Österreicher hat zumindest eine Tätowierung. Verwendet werden Nadelgruppen aus jeweils drei bis 18 Nadeln mit Stärken zwischen 0,25 mm und 0,40 mm. ■