Nebennierenvenensampling bei primärem Hyperaldosteronismus machbar?

Wie Labor und Endokrinologinnen und Endokrinologen helfen können

Hintergrund

Der primäre Hyperaldosteronismus ist die häufigste Ursache einer sekundären Hypertonie [1]. Bei Patientinnen und Patienten, welche unter einem therapieresistenten Hypertonus unter drei Antihypertensiva, einer Hypertonie mit Hypokaliämie, einer Schlafapnoe oder einer Hypertonie bei Nebenniereninzidentalom leiden, sowie bei Patientinnen und Patienten mit einer positiven Familienanamnese für primären Hyperaldosteronismus sollte eine Abklärung hinsichtlich sekundärer Hypertonie vorgenommen werden [2]. Das wesentliche Merkmal eines primären Hyperaldosteronismus (Morbus Conn) ist eine erhöhte Aldosteronproduktion bei gleichzeitig supprimierter Reninsekretion. Die Bestimmung der Aldosteron-Renin-Ratio kann dabei als einfacher und schnell durchführbarer Screeningtest eingesetzt werden (siehe ■ Abb. 1). Da diese Ratio von vielen Faktoren wie Antihypertensiva, Stress und Elektrolytstörungen beeinflusst wird, sollte im Vorfeld einer Bestimmung versucht werden, diese zu vermindern bzw. zu eliminieren. Vor allem die Aldosteronantagonisten Spironolacton und Eplerenon beeinflussen die Aldosteron-Renin-Ratio im besonderen Ausmaß und sollten mindestens vier Wochen vor der Blutabnahme abgesetzt werden. Eine vor allem bei aldosteronproduzierenden Nebennierenadenomen vorkommende Hypokaliämie [3] sollte ebenfalls vor der Evaluierung der

Aldosteron-Renin-Ratio ausgeglichen werden.

Besteht der Verdacht auf einen primären Hyperaldosteronismus und ist die Aldosteron-Renin-Ratio erhöht, sollte die Diagnose in einem endokrinologischen Zentrum mittels eines Bestätigungstests gesichert werden [2] (siehe ■ Abb. 1). Dieser wird meist in Form eines Kochsalzbelastungstests durchgeführt. Physiologisch sollte es nach der Infusion von 2 Litern 0,9% NaCl-Lösung über 4 h zu einem Rückgang der Aldosteronproduktion kommen. Bestätigt sich der Hyperaldosteronismus, sollte als nächster Schritt eine Bildgebung der Nebennieren durchgeführt werden (siehe ■ Abb. 1). Eine native Computertomografie stellt hierbei den Goldstandard dar. Wesentlich bei der Bildgebung bei Verdacht auf Conn-Syndrom ist der Ausschluss seltener Aldosteron-produzierender Nebennierenkarzinome. Anhand der Dichtewerte (Hounsfield-Units) kann eine erste Unterscheidung zwischen benignen und malignen Nebennierenadenomen erfolgen. Bei unklaren Befunden kann ein Kontrastmittel verabreicht werden, um das Wash-out des Kontrastmittels aus

den Nebennieren zu berechnen und einen Hinweis auf die Malignität zu bekommen. Alternativ ist die radiologische Dignitätseinschätzung von fetthaltigen gutartigen Adenomen der Nebenniere auch mittels Chemical-Shift NMR-Bildgebung oder bei unklaren Fällen mit FDG-PET-CT möglich [4].

Wird ein primärer Hyperaldosteronismus diagnostiziert, sollte dementsprechend eine zielgerichtete Therapie eingeleitet werden. Generell ist natürlich immer eine in der Praxis gut wirksame medikamentöse Therapie mit einem Aldosteronantagonisten (Spironolacton oder Eplerenon) möglich [5]. Eine operative Sanierung ist naturgemäß nur bei unilateraler Aldosteronproduktion der Nebennieren möglich, weswegen zwischen einem bilateralen und einem unilateralen Hyperaldosteronismus unterschieden werden muss (siehe ■ Abb. 1). Wegen der mit zunehmendem Lebensalter häufiger auftretenden hormoninaktiven Inzidentalome der Nebennieren kann auch bei Nachweis einer unilateralen Raumforderung bei Patientinnen und Patienten ab dem mittleren Lebensalter nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass es sich

Tab. 1 Ergebnisse des Nebennierenvenensamplings

Abnahmestelle	Aldosteron (pg/ml)	Cortisol (mg/dl)	Aldosteron-Cortisol-Quotient
2. V. cava inferior infrarenal	256	16	16
5. V. suprarenalis sinistra	3140	63	50
7. V. suprarenalis dextra	13.740	63	217

Abb. 1 ◀ Abklärungsalgorithmus bei Verdacht auf Hyperaldosteronismus. (Modifiziert nach Funder et al. [2])

Abb. 3 ◀ Cortisol-Schnelltest (Trust-medical Co., Ltd, Kasai City, Hyogo, Japan)

dabei auch um die Quelle der Aldosteronproduktion handelt [6]. In den aktuellen Leitlinien [2] wird zur Identifizierung der Seite (Lateralisierung) der vermehrten Aldosteronproduktion die selektive Nebennierenvenenblutentnahme als Goldstandard empfohlen. Bei dieser radiologisch-technisch schwierig

durchzuführenden Methode wird über die Vena femoralis ein dünner Katheter in die rechte und linke Nebennierenvene eingeführt. In beiden Nebennierenvenen sowie in der Vena cava inferior wird Blut abgenommen und in der Folge im Labor die Hormonbestimmungen für Aldosteron und Cortisol durchgeführt.

Abb. 2 ▲ Skizze der wichtigsten Abnahmestellen beim Nebennierenvenensampling. 2 Vena cava inferior infrarenal, 5 Vena suprarenalis sinistra, 7 Vena suprarenalis dextra

Die Ergebnisse stehen daher in der Regel erst in den darauffolgenden Tagen nach dem Sampling zur Verfügung.

Da die rechte Nebennierenvene in ihrem Verlauf einen fast 90-gradigen Knick aufweist, ist die Sondierung eine technisch sehr anspruchsvolle Aufgabe (Abb. 2). Diese Gegebenheit ist vermutlich auch der Grund für die stark schwankenden Erfolgsraten beim Sampling. Diese werden in der Literatur mit 8–61 %, in Abhängigkeit von der Erfahrung des durchführenden Teams und zusätzlichen Hilfsmitteln wie dem Einsatz eines Cortisol-Schnelltests, angegeben [7]. Die erfolgreiche selektive Kanülierung wird durch die Bestimmung von Cortisol in den beiden Nebennierenvenen im Vergleich zur Peripherie definiert. Die Cortisolwerte in den beiden Nebennierenvenen sollten mindestens doppelt so hoch sein wie in der distalen Vena cava inferior, um eine korrekte Abnahmelokalisation annehmen zu können. Ist diese Bedingung erfüllt, kann anschließend über den Aldosteron-Cortisol-Quotienten auf beiden Seiten ein Lateralisierungsindex berechnet werden. Ist dieser Wert über 4, so kann von einer unilateralen Aldosteronproduktion ausgegangen werden [8].

Bei eindeutiger Lateralisierung kann als nächster Schritt eine Adrenalectomie der betroffenen Seite geplant werden. Ist das Sampling nicht erfolgreich, bleibt meist nur die dauerhafte medikamentöse Therapie mittels Spironolacton bzw. Eplerenon übrig. Zu beachten ist, dass eine Therapie mittels Spironolacton zu einer Gynäkomastie führen kann und somit

ein erhöhtes Risiko für einen Therapieabbruch mit sich bringt. Unter Eplerenon scheint diese unangenehme Nebenwirkung seltener aufzutreten, allerdings ist der blutdrucksenkende Effekt von Eplerenon geringer als der von Spironolacton [5]. Im direkten Vergleich zwischen medikamentöser Therapie und der operativen Therapie hat sich gezeigt, dass beide Therapieformen zu wünschenswerten Effekten sowohl auf die Herzmorphologie [9] als auch auf kardiovaskuläre Ereignisse [10] führten.

Nebennierenvenensampling

Um die Erfolgsrate beim Nebennierenvenensampling zu erhöhen, wird an der Abteilung für Endokrinologie und Stoffwechsel an der Medizinischen Universität Wien seit kurzem ein CE-zertifizierter Cortisol-Schnelltest (Rapid Cortisol Kit, Trustmedical Co., Ltd; Kasai City, Hyogo, Japan) verwendet (siehe **Abb. 3**). Dieser Schnelltest erlaubt eine intraoperative Cortisol-Sofortbestimmung in den aus den Nebennierenvenen entnommenen Blutproben auf Basis einer Immunchromatografie. Somit kann dem durchführenden interventionellen Radiologen direkt Rückmeldung über den Erfolg der Blutentnahme gegeben werden. Zur Durchführung des Tests werden im Vorraum des Operationsaals eine Mikrofuge samt den für die Durchführung des Tests benötigten Materialien (Pipetten samt Pipettenspitzen, 1,5 ml Reaktionsgefäße, Timer) wie auch die Testkassetten vorbereitet. Insgesamt sind dazu mindestens drei Testkassetten, je eine pro Nebennierenvene sowie eine für die Vena cava inferior, notwendig. Nach der Blutabnahme (in EDTA-Röhrchen) durch den interventionellen Radiologen wird eine geringe Menge Blut (500–1000 µl) aus dem EDTA-Röhrchen abpipettiert und anschließend vor Ort 1 min bei 5000 g zentrifugiert. Vom Plasmaüberstand werden dann 100 µl abpipettiert, auf das Testfeld der Cortisol-Testkassette aufgetragen und nach zwei Minuten das Ergebnis abgelesen, wobei die auf der Testkassette ebenfalls vorhandene Kontrolle immer positiv sein muss. Der Radiologe erhält sofort Rückmeldung über das Testergebnis und kann

J. Klin. Endokrinol. Stoffw. 2021 · 14:29–33 <https://doi.org/10.1007/s41969-021-00129-w>
© Der/die Autor(en) 2021

H. Beiglböck · S. Baumgartner-Parzer · M. Krebs

Nebennierenvenensampling bei primärem Hyperaldosteronismus machbar? Wie Labor und Endokrinologinnen und Endokrinologen helfen können

Zusammenfassung

Der primäre Hyperaldosteronismus (Morbus Conn) ist die häufigste Ursache einer sekundären Hypertonie. Der Nachweis einer erhöhten Aldosteronproduktion bei unterdrückter Reninfreisetzung ist wegweisend für die Diagnose. Als Screeningtest hat sich die Aldosteron-Renin-Ratio etabliert. Bei Erhöhung dieser Ratio sollte ein Bestätigungstest durchgeführt werden. Eine Bildgebung der Nebennieren mittels CT folgt als nächster Schritt. Zur Bestimmung der Lateralisierung der erhöhten Aldosteronproduktion und vor geplanter

Adrenalektomie sollte ein Nebennierenvenensampling durchgeführt werden. Da dies für den interventionellen Radiologen eine technisch sehr anspruchsvolle Intervention ist und die Erfolgsraten durchwachsen sind, kann ein Cortisol-Schnelltest verwendet werden, der die intraoperative Beurteilung der korrekten Abnahmestelle unterstützen kann.

Schlüsselwörter

Conn-Syndrom · Nebenniere · Hypertonie · Aldosteron · Cortisol

Is adrenal vein sampling feasible in primary aldosteronism? How laboratories and endocrinologists can help

Abstract

Primary hyperaldosteronism also known as Conn's syndrome is the most common cause of secondary hypertension. It is characterized by an increased aldosterone production and concomitant suppression of renin secretion. The aldosterone/renin ratio is used as a screening test for Conn's syndrome. A confirmatory test should be performed in the case of an elevated aldosterone/renin ratio. Computer tomography of the adrenal glands follows the confirmatory test. To assess

the site of increased aldosterone production, adrenal vein sampling is performed. As this is a very challenging technical procedure, the rate of success varies. Quick cortisol assays during the procedure could be used to judge the correct localization of blood drawing.

Keywords

Conn's syndrome · Adrenal gland · Hypertension · Aldosterone · Cortisol

im Falle einer erfolglosen Sondierung einer Nebennierenvene somit sofort eine erneute Blutentnahme vornehmen.

Insgesamt ist der Cortisol-Schnelltest nun seit rund sechs Monaten an unserer Klinik im Einsatz, und bis jetzt konnte die Nebennierenvenensampling-Erfolgsrate im Vergleich zu früheren Eingriffen verdoppelt werden.

Patientenbeispiel

Im Folgenden ein Beispiel eines Patienten unserer Abteilung.

Vorstellig wurde ein 49-jähriger Mann, der seit zwei Jahren an Hypertonie und rezidivierenden Hypokaliämien litt. Im klinischen Status gab es keine wesentlichen Auffälligkeiten.

Der Patient war mit einem BMI von 34 kg/m² als adipös einzustufen. An weiteren Erkrankungen bestand bei dem Patienten ein Prädiabetes mit einem HbA1c von 6 %. Der Blutdruck betrug 141/93 mm Hg und war laut dem Patienten bei den Selbstmessungen zuhause um die 150/100 mm Hg. Der Bluthochdruck wurde mittels Amlodipin und Nomexor behandelt. Zum Ausgleich der Hypokaliämie nahm der Patient regelmäßig Kalioral ein. In den durchgeführten Laboruntersuchungen zeigten sich regelmäßig niedrige Kaliumwerte im Bereich von 2,6 mmol/l–3,3 mmol/l.

Zunächst wurde bei diesem Patienten ein Dexamethason-Hemmtest zum Ausschluss eines Cushing-Syndroms durchgeführt. In diesem zeigte der Pa-

Abb. 4 ▲ Erfolgreiches Nebennierenvenen-sampling mittels Cortisol-Schnelltest (*rechter Streifen* = Kontrollstreifen, sollte in allen Abnahmestellen sichtbar sein; *linker Streifen* = Teststreifen, unsichtbar bei hoher Cortisolkonzentration wie in den Nebennierenvenen); Beschriftung den Abnahmestellen entsprechend. // Vena cava inferior infrarenal (b), V Vena suprarenalis sinistra (c), VII Vena suprarenalis dextra (a)

tient eine regelrechte Suppression des Morgencortisols. Als nächstes wurde eine *Aldosteron-Renin-Ratio* bestimmt, welche mit $54 \text{ pg}/\mu\text{IU}$ (Normbereich: $<12 \text{ pg}/\mu\text{IU}$) erhöht war. Die Absolutwerte von Aldosteron ($202 \text{ pg}/\text{ml}$; Normbereich: $12\text{--}353 \text{ pg}/\text{ml}$) und Renin ($3,7 \mu\text{IU}/\text{ml}$; Normbereich: $2,8\text{--}46,1 \mu\text{IU}/\text{ml}$) lagen jedoch im Normbereich. Aufgrund der erhöhten Aldosteron-Renin-Ratio wurde ein *Kochsalzbelastungstest* durchgeführt. In diesem kam es bei einem Aldosteron-Vorwert von $321 \text{ pg}/\text{ml}$ zu einem Abfall des Aldosterons auf $158 \text{ pg}/\text{ml}$. Der bereits supprimierte Renin-Vorwert mit $<0,8 \mu\text{IU}/\text{ml}$ blieb auch nach der Kochsalzinfusion unterdrückt. Das Cortisol, welches als „Stressüberwachung“ ebenfalls analysiert werden sollte, fiel dem Tagesverlauf gemäß von 12 auf $9 \mu\text{g}/\text{dl}$ ab. Der Aldosteron-Nachwert von größer $>100 \text{ pg}/\text{ml}$ machte einen Hyperaldosteronismus bei diesem Patienten wahrscheinlich (Normwert: $<50 \text{ pg}/\text{ml}$). Die anschlie-

ßend durchgeführte Nebennierenbildgebung in Form einer Computertomografie zeigte eine minimale Verplumpung des lateralen Schenkels der rechten Nebenniere. Das Kontrastmittelverhalten wurde als einem kleinen Adenom entsprechend eingestuft. Die linke Nebenniere imponierte schlank und ohne Auffälligkeiten. Da der Patient prinzipiell für eine Adrenalectomie in Frage gekommen ist, wurde ein *Nebennierenvenensampling* vorgenommen. Dieses wurde erfolgreich durchgeführt. Die Cortisolwerte in der rechten sowie in der linken Nebennierenvene waren jeweils mehr als doppelt so hoch wie in der Vena cava inferior (siehe ■ Tab. 1). Durch die verwendeten Cortisol-Schnelltests konnte schon vor Ort die korrekte Abnahmestelle aus den Nebennierenvenen gesichert werden (siehe ■ Abb. 4). Aufgrund einer eindeutigen Lateralisierung zur rechten Nebenniere (Lateralisierungsindex: $217/50 = 4,3$) konnte bei diesem Patienten die Operationsindikation gestellt werden.

Fazit für die Praxis

Die Verwendung eines Cortisol-Schnelltests unterstützt den interventionellen Radiologen bei der erfolgreichen Sondierung der Nebennierenvenen.

Korrespondenzadresse

**Dr.med.univ.
Hannes Beiglboeck**
Universitätsklinik für Innere
Medizin III, Medizinische
Universität Wien
Währinger Gürtel 8-20,
1090 Wien, Österreich
hannes.beiglboeck@
meduniwien.ac.at

Funding. Open access funding provided by Medical University of Vienna.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. H. Beiglboeck, S. Baumgartner-Parzer und M. Krebs geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt.

Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Rossi GP, Seccia TM, Pessina AC (2007) Clinical use of laboratory tests for the identification of secondary forms of arterial hypertension. *Crit Rev Clin Lab Sci* 44(1):1–85
- Funder JW, Carey RM, Mantero F, Murad MH, Reincke M, Shibata H et al (2016) The management of primary aldosteronism: case detection, diagnosis, and treatment: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 101(5):1889–1916
- Rossi GP, Bernini G, Caliumi C, Desideri G, Fabris B, Ferri C et al (2006) A prospective study of the prevalence of primary aldosteronism in 1,125 hypertensive patients. *J Am Coll Cardiol* 48(11):2293–2300
- Fassnacht M, Arlt W, Bancos I, Dralle H, Newell-Price J, Sahdev A et al (2016) Management of adrenal incidentalomas: European Society of Endocrinology Clinical Practice Guideline in collaboration with the European Network for the Study of Adrenal Tumors. *Eur J Endocrinol* 175(2):G1–34
- Parthasarathy HK, Ménard J, White WB, Young WF, Williams GH, Williams B et al (2011) A double-blind, randomized study comparing the antihypertensive effect of eplerenone and spironolactone in patients with hypertension and evidence of primary aldosteronism. *J Hypertens* 29(5):980–990
- Vassiliadi DA, Tsagarakis S (2011) Endocrine incidentalomas: Challenges imposed by incidentally discovered lesions. *Nat Rev Endocrinol* 7(11):668–680. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2011.92>
- Vonend O, Ockenfels N, Gao X, Allolio B, Lang K, Mai K et al (2011) Adrenal venous sampling: evaluation of the German Conn's registry. *Hypertension* 57(5):990–995
- Young WF, Stanson AW, Thompson GB, Grant CS, Farley DR, Van Heerden JA (2004) Role for adrenal venous sampling in primary aldosteronism. *Surgery* 136(6):1227–1235

9. Catena C, Colussi G, Lapenna R, Nadalini E, Chiuch A, Gianfagna P et al (2007) Long-term cardiac effects of adrenalectomy or mineralocorticoid antagonists in patients with primary aldosteronism. *Hypertension* 50(5):911–918
10. Catena C, Colussi GL, Nadalini E, Chiuch A, Baroselli S, Lapenna R et al (2008) Cardiovascular outcomes in patients with primary aldosteronism after treatment. *Arch Intern Med* 168(1):80–85

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.

Diabetes 2: Medikamente verursachen zunächst höhere Zuckerproduktion

SGLT-2-Hemmer sind zentrale Medikamente bei der Behandlung des Diabetes Mellitus. Ihre genauen Wirkmechanismen waren bisher allerdings noch unklar. In einer Studie konnte eine Forschungsgruppe um Peter Wolf, Martin Krssak und Michael Krebs von der Universitätsklinik für Innere Medizin III der MedUni Wien mittels Magnetresonananz-Spektroskopie (MRS) zeigen, dass es einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen der Zuckerausscheidung über die Niere und der Neubildung von Zucker in der Leber gibt. Es kommt bei einmaliger Gabe des SGLT-2-Hemmers Dapagliflozin zu einem günstigen Regulationsmechanismus, bei dem der Glukoseverlust bedingt durch medikamentöse SGLT-2-Hemmung exakt durch eine genau angepasste Steigerung der Glukose-Neuproduktion in der Leber ausgeglichen wird. Die Studie wurde im Top-Journal *Diabetes Care* publiziert.

Dapagliflozin ist ein Medikament aus der Gruppe der SGLT-2-Hemmer, wie sie zur Behandlung von Diabetes Mellitus standardmäßig eingesetzt werden. Sie sorgen dafür, dass vermehrt Glukose mit dem Urin ausgeschieden wird. Dadurch sinkt der Blutzuckerspiegel und die Patient*innen nehmen zudem an Gewicht ab. Auch ein positiver Einfluss auf die Fettleber, die Diabetes-Patient*innen häufig aufweisen, wurde nach Einnahmedauer von zwölf Wochen beschrieben. Besonders bemerkenswert an dieser Medikamentengruppe sind zusätzlich schützende Effekte auf die Niere und das Herz. Bisher wurde der akute Einfluss auf den Fett- und Energiestoffwechsel jedoch noch nicht genau untersucht.

Eine Forschungsgruppe um Peter Wolf, Martin Krssak und Michael Krebs von der Klinischen Abteilung für Endokrinologie und Stoffwechsel an der Universitätsklinik für Innere Medizin III beobachtete mittels MRS-Verfahrens im Rahmen einer Studie sechs Patient*innen und zehn gesunde Proband*innen als Kontrollgruppe nach der Einnahme von Dapagliflozin. Dabei zeigte sich, dass in der Leber kurzfristig genau so viel Glukose zusätzlich produziert wurde, wie durch die Medikamentenwirkung über den Harn verloren ging. Dies legt nahe, dass durch

die gesteigerte Glukoseausscheidung über die Niere ganz unmittelbar eine Reihe von Regulationsmechanismen angestoßen wird, die Auswirkungen auf den Stoffwechsel in mehreren Organen haben und somit an den positiven Wirkungen dieser Medikamente Anteil haben könnten.

Die Studie entstand in Kooperation mit dem Exzellenzzentrum Hochfeld-MR der Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin der MedUni Wien. Durch den Einsatz hochauflösender Magnetresonanztomographieverfahren war es möglich, nicht-invasive, serielle Messungen der Zucker- und Fettspeicherung in der Leber zu quantifizieren. Diese „virtuelle Biopsie“ ermöglicht, in Kombination mit der Infusion von Tracern (wie zum Beispiel einer markierten Zuckerlösung) eine Veränderung des Glukose- und Lipidstoffwechsels „in vivo“ festzustellen und den akuten, kurzfristigen Einfluss von Medikamenten zu untersuchen.

Originalpublikation:

Gluconeogenesis, But Not Glycogenolysis, Contributes to the Increase in Endogenous Glucose Production by SGLT-2 Inhibition. Peter Wolf et al.. doi.org/10.2337/dc20-1983

Quelle: www.meduniwien.ac.at