

Quantifizierung krankhafter Veränderungen bei Kindern mit Harnwegsinfektion

Von

J. BUCHANEC, V. GALANDA, K. JAVORKA

Kinderklinik und Institut für Physiologie der Medizinischen Fakultät
der Komenský-Universität, Martin, Tschechoslowakei

Eingegangen am 30 August, 1978

Die Ergebnisse der Sequenz-Szintigraphie bei 100 Kindern mit Harnwegentzündung wurden quantifiziert und mit den Ergebnissen bei 22 Kindern mit orthostatischer Proteinurie sowie bei 25 mit Glomerulonephritis verglichen. Die Quantifizierung der Kinetik und Asymmetrie der Verteilung von ^{131}J -Jodohippurat in den Nieren und Harnwegen erwies, daß bei Pyelonephritis die Anzahl der Impulse in der 8. Minute noch eine steigende Tendenz aufweist. Die Anzahl der Impulse war am größten bei Pyelonephritis, hauptsächlich am Ende des verfolgten Intervalls (20 Min.). Dies weist auf die verringerte Funktionsfähigkeit des Nierenparenchyms, eventuell auf einen verlangsamten Harnabfluß hin.

In Übereinstimmung mit dem ungleichmäßigen Befallensein der Nieren bei Pyelonephritiden bestand die größte Asymmetrie der Impulszahl zwischen der rechten und linken Niere. Auch bei der visuellen Einschätzung wurde häufiger eine Ungleichmäßigkeit der Verteilung des Jodohippurats im Nierenparenchym nicht nur beim Vergleich der linken mit der rechten Niere, sondern auch bei der Beurteilung der einzelnen Stellen in derselben Niere bei Harnwegsinfektion festgestellt.

Die Einschätzung von pyelonephritischen Veränderungen der Nieren und Harnwege wird üblich anhand der Röntgenuntersuchung vorgenommen. Aus der Ausscheidungsurographie kann man die Geschwindigkeit der Ausscheidung des Kontraststoffes feststellen und somit indirekt auf den Zustand der parenchymatösen Funktionen schließen.

Die Einführung von Radioisotopen in die klinische Praxis ermöglichte es, krankhafte Veränderungen zu quantifizieren. So ist es möglich, die Nieren und Harnwege als ein Ganzes, eventuell jede Niere getrennt oder gezielt nur einige Teile der Nieren und Harnwege zu untersuchen. Bei gleichzeiti-

ger Anwendung der Auswertungseinrichtung mit dem Computer, kann man bereits während der Untersuchung eine mathematische Bearbeitung des Ergebnisses vornehmen oder darauf nach einer gewissen Zeit, nach Komplettierung der übrigen Untersuchungen zurückkommen [5, 6].

In diesem Beitrag setzten wir uns das Ziel, die Kinetik des Radiopharmakons über die Nieren und Harnwege in Zahlen auszudrücken. Uns interessierte ebenso die Ausscheidung des Radiopharmakons in Abhängigkeit von der Zeit sowie auch die Asymmetrie beim Vergleich der einen Niere mit der anderen, eventuell die Ungleichmäßigkeit des Bildes der

einzelnen Nieren. Wir verglichen die Ergebnisse bei Kindern mit Harnwegsinfektion mit Patienten mit angenommener gleichmäßiger Erkrankung des Parenchyms bei Glomerulonephritis und mit einer Gruppe von Kindern, die keine Schädigung des Nierenparenchyms aufwiesen, mit intermittierender orthostatischer Proteinurie. Eine Kontrollgruppe von gesunden Kindern konnten wir nicht untersuchen, weil diese Untersuchung den Organismus durch die Radiation belastet.

PATIENTEN

Wir haben die Ergebnisse einer Sequenz-Szintigraphie bei 100 Kindern im Alter von 3 bis 15 Jahren, die wegen wiederholter oder länger dauernder Pyurie hospitalisiert waren, ausgewertet. Die Ergebnisse verglichen wir mit einer Gruppe von 25 Patienten mit chronischer Glomerulonephritis, die noch normale Ergebnisse bei der Funktionsuntersuchung der Nieren aufwiesen sowie mit einer Gruppe von 22 Kindern mit intermittierender Proteinurie orthostatischen Charakters, bei denen auch bei wiederholten Kontrollen keine Anzeichen einer Nierenschädigung vorlagen.

METHODIK

Die Quantifizierung krankhafter Veränderungen der Nieren und Harnwege führten wir mittels des Apparates Gammakamera Typ pho gamma III der Firma Nuclear Chicago durch. Bis zu zwanzig Minuten lasen wir jede vierte Minute die Anzahl

der Impulse aus dem Bereich der rechten und linken Niere ab, und in der gleichen Zeit schätzten wir auch visuell ihr szintigraphisches Bild ein. Einen Teil der szintigraphischen Abbildungen werteten wir auch mit Hilfe der Auswertungseinrichtung CINE 220 der Firma Intertechnique aus.

Bei der quantitativen Auswertung beurteilten wir einerseits die Anzahl der Impulse in Abhängigkeit von der Zeit, andererseits rechneten wir den Unterschied zwischen der rechten und linken Niere aus. Die eigentliche Berechnung führten wir folgendermaßen durch: Wir rechneten die absoluten Zahlen während des gleichen Zeitintervalls aus dem Bereich beider Nieren zusammen, z. B. $A_{\text{sin}} + A_{\text{dx}} = 2051$, und teilten das Ergebnis durch zwei. Damit erhielten wir einen Durchschnittswert, den wir als Ausgangspunkt erachteten, und der 100% darstellte. Mit diesem Wert wurden beide Ausgangszahlen verglichen, und das Ergebnis wurde in Prozent ausgedrückt. Beispielsweise betrug der Wert aus der rechten Niere während des Zeitintervalls 0 bis 4 Minuten 2051 Impulse ($A_{\text{dx}} = 2051$), aus der linken Niere in der gleichen Zeit 1766 ($A_{\text{sin}} = 1766$). Nach Einsetzen der Zahlen in die Formel $\frac{2051 + 1766}{2} = 1908$ erhielten wir den Durchschnittswert, der gleich 100% war. Nach Dividierung erhielten wir den Unterschied der Seiten (1908 : 2051 = 0,73 und 1908 : 1766 = 1,07, zusammen 14%). Eine ähnliche Rechnung wurde bei allen Patienten durchgeführt.

Bei der visuellen Art der Auswertung verfolgten wir die Störung der parenchymatösen Funktion, die Asymmetrie der einzelnen Teile des Nierenparenchyms und die Asymmetrie des Bildes bei einem gegenseitigen Vergleich beider Nieren, die Darstellung des dilatierten Harnleiters sowie die angenommene Störung im Harnabfluß.

Bei allen Untersuchungen wurde i.v. ^{131}J -Jodohypurat in einer Dosis von 1,0 $\mu\text{Ci}/\text{kg}$ Körpergewicht angewandt, was annähernd zu 80% durch das Tubularsystem und zu 20% durch die Glomerula ausgeschieden wurde. Die Patienten saßen wäh-

rend der Untersuchung. In die Auswertung zog man alle einander folgenden Ergebnisse ein, auch bei Kindern, bei denen keine röntgenologischen Untersuchungen durchgeführt wurden.

Die Werte führen wir in der Regel in Form des Durchschnittswertes und des standarden Durchschnittsfehlers ($\bar{x} \pm SE$) an. Die statistische Signifikanz wurde mit dem Studentischen t -Test sowie dem χ^2 -Test ausgerechnet.

ERGEBNISSE

Die Kinetik von ^{131}J -Jodhippurat in Abhängigkeit von der Zeit ist in Tab. I angeführt. Gegenüber den Kindern der Kontrollgruppen zeigten die

Impulszahlen bei Harnweg-Infektion noch in der 4. bis 8. Minute nach Verabreichung des Radiopharmakons eine steigende Tendenz. Der statistische Vergleich zeigte, daß die Impulszahlen bei Kindern mit Harnweginfektion signifikant ($p < 0,05 - 0,001$) höher lagen als bei denen mit orthostatischer Proteinurie zwischen der 4. bis 20. Minute und denen mit Glomerulonephritis zwischen der 16. bis 20. Minute.

Die Asymmetrie der Impulszahl zwischen der rechten und linken Niere ist in Tab. II dargestellt. Im Vergleich mit den Kontrollgruppen lag diese

TABELLE I

Die Kinetik von Jodhippurat ^{131}J in den einzelnen Zeitintervallen bei Kindern mit Harnweginfektion (H. I.), mit orthostatischer Proteinurie (O. P.) und bei Kindern mit Glomerulonephritis (Gn.). N = Anzahl der Kinder. Der statistische Vergleich ist im Text angeführt, die Werte in der Tabelle sind als $\bar{x} \pm SE$ angeführt.

	Minuten nach Isotopenverabreichung				
	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20
H. I. N = 100	2371 \pm 69	2431 \pm 64	2172 \pm 78	1953 \pm 68	1765 \pm 75
O. P. N = 22	2075 \pm 107	1910 \pm 109	1612 \pm 87	1363 \pm 77	1215 \pm 62
Gn. N = 25	2460 \pm 115	2277 \pm 94	1897 \pm 91	1714 \pm 84	1452 \pm 96

TABELLE II

Die Asymmetrie der Impulszahl zwischen der rechten und linken Niere in Prozent in den einzelnen Zeitintervallen. Bezeichnung der Gruppen und Untersuchungszahlen wie in Tabelle I

	Minuten nach Isotopenverabreichung				
	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20
H. I.	21,1 \pm 0,9	24,4 \pm 1,6	31,2 \pm 1,7	29,5 \pm 2,0	32,1 \pm 2,0
O. P.	8,5 \pm 1,4	12,8 \pm 1,5	9,7 \pm 1,2	11,3 \pm 2,0	10,5 \pm 2,0
Gn.	9,4 \pm 0,9	10,3 \pm 1,7	11,4 \pm 1,2	12,4 \pm 1,1	11,0 \pm 1,1

Asymmetrie signifikant am höchsten ($p < 0,02-0,001$) bei Kindern mit Harnweginfektion in allen Zeitintervallen.

Beim visuellen Vergleich der Nierenschatten sowie auch der einzelnen Teile derselben Niere wurden die in Tab. III. angeführten Ergebnisse gewonnen. Die Asymmetrie des Bildes beim gegenseitigen Vergleich beider Nieren war visuell signifikant ($p < 0,001$), am häufigsten bei Kindern mit Harnweginfektion im Vergleich zu den Kontrollgruppen. Als signifikant ($p < 0,001$) traten auch die Unterschiede zwischen den Kindern mit orthostatischer Proteinurie und denen mit Glomerulonephritis hervor. Bei Harnweginfektion war am häufigsten eine Störung des Harnabflusses signifikant ($p < 0,001$).

TABELLE III

Die Asymmetrie der visuellen prozentualen Verteilung des Jodhippurats in einer Niere (A. N.), die Asymmetrie zwischen den Nieren (A. z. N.) und die Störung des Harnabflusses (S. H.) in Prozent. Die Bezeichnung der Gruppen wie in Tabelle I

	A. N.	A. z. N.	S. H.
H. I.	47	81	47
O. P.	32	41	14
Gn.	12	16	8

DISKUSSION

Die Untersuchung der Nieren und Harnwege mit der Gamma-Kamera ermöglichte nicht nur eine qualitative, sondern auch eine quantitative Auswertung. Uns interessierte vor allem

die Frage der Kinetik der ^{131}J -Hippurat-Ausscheidung sowie die Asymmetrie der Schädigung der Nieren und Harnwege. Die Schädigung ist einerseits das Ergebnis der eigentlichen Entzündung, andererseits wird sie durch kongenitale Anomalien verursacht. BISCHOFF [1] führt an, daß ein Drittel aller kongenitalen Anomalien Fehler des uropoetischen Apparates darstellen. Ähnlicherweise fanden sich bei 2070 seziierten Kindern 154 Malformationen der Nieren und Harnwege vor. Bei Patienten in verschiedenen Altersgruppen muß man auch die Neigung der Achse des Nierenhohlsystems zum Rückgrat in Betracht ziehen [4].

Ein Vergleich der Ergebnisse der Phasenzintigraphie mit der röntgenologischen Untersuchung wurde bei diesen Patienten nicht durchgeführt. Die Ausscheidungsurographie indizierten wir nur bei einem pathologischen Ergebnis der Isotopenuntersuchung. Wie jedoch aus den Ergebnissen unserer vorangehenden Arbeit [2] hervorgeht, veranschaulicht die Phasenzintigraphie besser die Asymmetrie der Schädigung und erfaßt eine Störung des Harnabflusses manchmal auch dann, wenn auf der Rtg-Aufnahme noch keine Veränderungen erscheinen. Die röntgenologische Untersuchung läßt sich jedoch durch die Szintigraphie nicht ersetzen.

Bei der Beobachtung der Kinetik des Jodhippurats haben wir festgestellt, daß es am langsamsten bei Harnweginfektionen ausgeschieden wird. Der ungleiche Ausgangswert konnte durch mehrere Faktoren verursacht werden:

bei der orthostatischen Proteinurie nimmt man eine Reduktion des Blutdurchflusses in der Orthostase an (die Untersuchung wurde im Sitzen durchgeführt), ferner einen unterschiedlichen Zustand der Hydratation, ein verschiedenes Blutvolumen, eine veränderte Masse des Nierengewebes usw.

Bei der zahlenmäßigen Auswertung der *Asymmetrie der Anzahl der Impulse* über der linken und rechten Niere stand die größte Asymmetrie in Übereinstimmung mit den ungleichmäßig befallenen Nieren bei Pyelonephritis. Bei erwachsenen Patienten, bei denen der Krankheitsprozeß längere Zeit anhalten kann, können wir noch größere Veränderungen erwarten.

Bei der *visuellen Einschätzung* (die immer ein und derselbe Mitarbeiter vornimmt) wurde eine ungleichmäßige Verteilung des Isotops im Nierenparenchym häufiger bei Kindern mit Harnwegsinfektion als bei den übrigen zwei Kontrollgruppen gefunden. Diese Ungleichmäßigkeit trat häufiger nicht nur bei dem Vergleich zwischen der rechten und linken Niere auf, aber auch bei der Beurteilung der einzelnen Teile derselben Niere. Uns hat die häufig vorhandene ungleichmäßige Intensität des Schattens der Nieren bei Kindern mit orthostatischer Proteinurie (vor allem im Vergleich mit Kindern mit Glomerulonephritis) überrascht. Diesen Befund erklären wir durch eine Störung des Harnabflusses, die durch die

Spasmen der Harnwege auf verschiedenen Niveaus, als Reaktion auf den Emotionsstreß bei der Untersuchung im Sitzen, verursacht wurde [3].

Die Quantifizierung der Kinetik und der Asymmetrie der Verteilung von Jodhippurat in den Nieren und in den Harnwegen führt zu einer weiteren Präzisierung der pathologischen Veränderungen, die bei Harnwegsinfektion vorhanden sind. Unsere Ergebnisse zeigen, daß die Pyelonephritis das Nierenparenchym ungleichmäßiger als die orthostatische Proteinurie und die Glomerulonephritis betrifft. Bei Kindern tritt diese Asymmetrie mehr als die funktionelle Schädigung der Nieren in den Vordergrund.

LITERATUR

1. BISCHOFF, P. F.: Urologische Probleme im Kindesalter. Wien. med. Wschr. **116**, 1125 (1966).
2. BUCHANEC, J., GALANDA, V., BUCHANCOVÁ, J., PÉČ, J., LUKAČOVSKÝ, M.: A comparison of the results of sequential scintigraphy and roentgenography in 50 children with urinary tract infection. Int. Urol. Nephrol. **6**, 167 (1974).
3. BUCHANEC, J., JAVORKA, K.: Contribution to the etiopathogenesis of orthostatic proteinuria in children. Internat. Urol. Nephrol. **9**, 163 (1976).
4. FUNKE, P. J., CHIARI, R.: Die Achsenstellung des kindlichen Nierenhohlraum-systems. Der Urologe **14**, 225 (1975).
5. HAST, B., ROHLHOFF, R., HEINZE, H. G.: Computer-Auswerteprogramm für die quantitative Kamera-Funktionsscintigraphie. Nucl. Compact. **5**, 138 (1974).
6. ITTI, R., FLOYRAC, R., MARCHAL, C., DAVID, B.: Le traitement automatique des études fonctionnelles rénales par les radioisotopes. J. Biol. Med. Nucl. **36**, 38 (1974).

Doc. MUDr J. BUCHANEC

Kollarova 10

036 59 Martin, Tschechoslowakei