

6. Zusammenfassung

Zur Prüfung der Nierenfunktion wurden an 23 nierengesunden Pferden und an 15 Pferden mit inneren Erkrankungen renale Clearanceuntersuchungen durchgeführt.

Da die Bestimmung des Harnzeitvolumens beim Pferd in der klinischen Praxis nicht durchführbar ist, wurden in dieser Studie alternative Methoden zur Charakterisierung glomerulärer und tubulärer Leistungen ohne die Notwendigkeit der quantitativen Harnsammlung erarbeitet.

Unter experimentellen Bedingungen wurde bei Stuten das Harnzeitvolumen mit jeweils zwei etwa einstündigen Harnsammelperioden bestimmt. 37 Harnsammelperioden bei 14 gesunden Stuten dienten als Basis zur Bestimmung der renalen Creatininclearance. Ähnlich wie bei anderen Tierarten und auch beim Menschen war die Creatininexkretion der untersuchten Pferde mit $r_s = 0,743$ hochsignifikant mit der Körpermasse korreliert. Der Median betrug 170 (nmol/min)/kg und bildete die Basis für die Schätzung der Creatininclearance und des Harnzeitvolumens anhand der Plasma- bzw. Harncreatininkonzentration.

Bei 11 Stuten wurde parallel eine Inulindauerinfusion durchgeführt. Bei dieser Untersuchungstechnik war eine simultane Bestimmung der totalen Inulinclearance nach dem 2-Kompartiment-Modell, der totalen Inulinclearance aus der Infusionsrate, der renalen Inulinclearance, der renalen Creatininclearance sowie die Schätzung der Creatininclearance möglich.

Eine quantitative Harnsammlung wurde bei männlichen Pferden nicht durchgeführt. Bei 2 Hengsten und 5 Wallachen wurde Inulin als Bolus rasch intravenös injiziert. Die Berechnung der Inulinclearance erfolgte nach dem 2-Kompartiment-Modell. Parallel wurde die Creatininclearance mit der Schätzmethode bestimmt.

Der Vergleich der renalen Inulinclearance mit der renalen Creatininclearance zeigte, daß bei den untersuchten Stuten im Mittel 74% der Creatininausscheidung durch glomeruläre Filtration erfolgte, 26% wurden tubulär sezerniert.

Die Methode der Bestimmung der Creatininclearance auf der Basis der Schätzung der Creatininexkretion war mit $r_s = 0,876$ hochsignifikant mit der Methode mit Harnsammlung korreliert.

Der Vergleich der Methoden zur Bestimmung der Inulinclearance zeigte, daß beim Pferd die aufwendige Bestimmung der renalen Inulinclearance, die als der "goldene Standard" zur Bestimmung der GFR gilt, unter praktischen Bedingungen durch die bei beiden Geschlechtern einfach durchführbare Bolusinjektion von Inulin mit Berechnung der totalen Clearance nach dem 2-Kompartiment-Modell ersetzt werden kann.

Die Schätzung der Creatininclearance war mit der so ermittelten totalen Inulinclearance hochsignifikant korreliert ($r_s = 0,850$) und dürfte für die routinemäßige Erfassung einer eingeschränkten GFR, für die Verlaufs- und Nachkontrolle von Patienten mit Nierenerkrankungen und für die Medikation nierengängiger Pharmaka beim Pferd ausreichend genau sein. Die so geschätzte Creatininclearance gesunder Pferde betrug 1278 - 3036 ($\mu\text{l}/\text{min}$)/kg (95%-Bereich).

Wird ein exaktes Maß der GFR benötigt, kann dieses Problem durch Bolusinjektion von Inulin und Berechnung der totalen Clearance nach dem 2-Kompartiment-Modell gelöst werden. Für gesunde Pferde betrug die GFR 1382 - 2489 ($\mu\text{l}/\text{min}$)/kg.

Tubuläre Leistungen wurden anhand der Exkretion und der fraktionellen Exkretion endogener Substanzen erfaßt. Die Schätzung des Harnzeitvolumens diente als Basis zur Ermittlung der renalen Exkretion von Natrium, Kalium, Calcium Phosphor und Harnstoff. Die Bestimmung der fraktionellen Exkretion ist ohne Kenntnis des Harnzeitvolumens möglich. Für gesunde Pferde wurden Referenzwerte erstellt.

Die Beschreibung der glomerulären und tubulären Leistungen von drei Pferden mit deutlicher Nierenfunktionsstörung durch Schätzung der Creatininclearance und der renalen Exkretion endogener Substanzen sowie durch die Ermittlung der fraktionellen Exkretion ermöglichte eine funktionelle Diagnostik.

Renal clearance in the horse

7. Summary

In the present study, examination of renal function by renal clearance methods was performed in 23 horses with healthy kidneys and in 15 animals with internal disease.

As it is not possible to measure urine flow in horses under clinical conditions, alternative methods were tested to evaluate glomerular and tubular function without collection of accurately timed urine samples. Experimental conditions allowed the collection of two timed urine samples, each over one hour. 37 samplings of 14 healthy mares served as a basis to determine the renal creatinine clearance. Like in other species, including humans, creatinine excretion in the examined horses correlated excellently with body mass ($r_s = 0.743$). The median was 170 (nmol/min)/kg and was used to estimate creatinine clearance and urine flow on the basis of creatinine concentration in plasma or urine.

Parallely, in 11 mares a continuous infusion of inulin for several hours was performed. The experiment allowed simultaneous determination of total inulin clearance by two-compartment analysis, by infusion rate during a period with a steady plasma level of inulin, renal inulin clearance, renal creatinine clearance, and prediction of renal creatinine clearance on the basis of the mean creatinine excretion of 170 (nmol/min)/kg.

No timed urine samples were taken of geldings and stallions. Inulin was applied as an intravenous bolus injection and inulin clearance was determined by two-compartment analysis. Simultaneously, creatinine clearance was estimated by formulae.

Comparison of inulin clearance with creatinine clearance in the examined mares indicated that an average of 74% of creatinine elimination resulted from glomerular filtration and 26% from tubular secretion.

There was a highly significant correlation ($r_s = 0.876$) of creatinine clearance determined by estimation of creatinine excretion with methods involving urine collection.

Comparison of the two methods to evaluate inulin clearance proved that in the horse the rather difficult measurement of renal inulin clearance, which is accepted as the gold standard for GFR determination, can be replaced under field conditions by the less complicated bolus injection of inulin and subsequent calculation of total clearance by two-compartment analysis in horses of either sex.

Estimation of creatinine clearance correlated significantly ($r_s = 0.850$) with the determination of total inulin clearance and should be accurate enough for routine evaluation of impaired GFR, for the assessment of the clinical course and follow-up control of patients with kidney diseases, and for application of drugs eliminated by the kidneys. Estimated creatinine clearance was 1278 - 3036 ($\mu\text{l}/\text{min}$)/kg (95%-range).

Whenever an exact measurement of the GFR is required, bolus injection of inulin and calculation of the total clearance by two-compartment analysis is the method of choice. GFR in healthy horses was 1382 - 2489 ($\mu\text{l}/\text{min}$)/kg.

Tubular function was evaluated on the basis of excretion and fractional excretion of endogenous substances. Estimation of urine flow was the basis for the evaluation of the renal excretion of sodium, potassium, calcium, phosphorus and urea. Determination of the fractional excretion does not require quantification of the urine flow. Standard values for healthy horses were set up.

In three horses, a functional diagnosis of renal disease was possible by assessing glomerular and tubular performance on the basis of estimated creatinine clearance, renal excretion of endogenous substances, and by evaluation of fractional excretion of electrolytes and urea.