

Université de Lausanne
Faculté de biologie et de médecine

Mémoire de Maîtrise en médecine
ID 5726, CER-VD 2017-01378

**Y'a-t-il des différences anatomiques des reins
entre les sexes ? Une analyse basée sur les
autopsies du canton de Genève**

*Sex differences in kidney size:
a post-mortem study in the canton of Geneva*

Étudiante

Addidou Kalucki Sabrina

Tuteur

PD Dr. Pruijm Menno, Médecin adjoint
Service de Néphrologie et consultation d'hypertension

Co-tutrice

Dr méd. Lardi Christelle, Médecin cheffe de clinique
Unité Romande de médecine forensique, CURML, site de Genève

Experte

Prof. Grabherr Silke, Médecin cheffe de service
Directrice du CURML, Lausanne - Genève

Lausanne, le 15.01.2018

Table des matières

Abstract	page 3
1. Introduction.....	page 3
Objectif principal du mémoire	page 5
2. Méthodologie	page 5
2.1. Population de l'étude	page 5
2.2. Données récoltées	page 6
2.3. Analyse statistique	page 7
2.4. Éthique	page 7
3. Résultats	page 8
3.1. Sélection des sujets	page 8
3.2. Paramètres anthropométriques <i>absolus</i> des sujets	page 9
3.3. Paramètres anthropométriques <i>relatifs</i> des sujets	page 11
3.4. Paramètres dans un sous-groupe matché pour l'âge	page 16
3.5. Influence du sexe, de l'âge, de la taille et du poids corporels sur le poids et la taille des reins	page 18
3.6. Paramètres dans un sous-groupe selon les signes de déplétion ou de congestion sanguine des reins	page 19
3.7. Influence de l'hypertension sur le poids rénal	page 22
4. Discussion	page 22
5. Références bibliographiques	page 26
6. Annexes	page 29

Abstract

Introduction – Plusieurs études épidémiologiques ont montré que les femmes ont tendance à être mieux protégées contre l'insuffisance rénale chronique (IRC) avec une incidence moindre et une progression moins rapide vers cette maladie par rapport aux hommes. Ce dimorphisme sexuel pourrait être dû à des différences de poids rénal *relatif* et de longueur rénale *relative* au poids corporel et à la taille corporelle des individus, mais les résultats de la littérature restent à ce jour limités et contradictoires de par l'utilisation de méthodes radiologiques différentes pour estimer les paramètres rénaux. Notre étude, basée sur l'autopsie, a permis de mesurer directement le poids et la longueur des reins afin de déterminer si les femmes ont des poids rénaux et des longueurs rénales supérieurs aux hommes, lorsque ces mesures sont corrigées sur le poids, la taille et la surface corporelle, leur conférant ainsi une meilleure néphro-protection.

Méthode – Dans le cadre de cette étude rétrospective, nous avons étudié les données de 1'165 autopsies médico-légales successives ordonnées par le Ministère public genevois entre 2009 et 2015, conservées dans les archives de l'Unité Romande de Médecine Forensique du CURML. Les individus ≥ 18 ans, sans diabète mellitus ni maladie rénale connus ont été inclus dans cette étude. Les critères d'exclusion ont été les corps putréfiés, les corps fortement mutilés, les traumatismes rénaux et un intervalle post-mortem > 72 heures.

Résultats – Sur les 1'165 autopsies répertoriées, 742 sujets ont été inclus dans l'étude dont 69.7% sont des hommes et 30.3% sont des femmes. Le poids rénal *absolu* et la longueur rénale *absolue* sont supérieurs chez les hommes. Par ailleurs, le poids rénal *relatif* est supérieur chez les hommes et la longueur rénale *relative* est supérieure chez les femmes. Le rein gauche possède un poids et une taille plus élevés que le rein droit, tout sexe confondu. L'analyse de régression multivariée incluant le sexe, le poids corporel et la taille corporelle montrent que le sexe et le poids corporel sont des déterminants du poids rénal.

Conclusions – Cette étude ne confirme pas l'hypothèse que les femmes ont un poids rénal *relatif* supérieur aux hommes. En effet, le poids rénal *absolu* et *relatif* est supérieur chez les hommes. Les lames histologiques des sujets inclus dans l'étude permettraient, dans une étude ultérieure, de voir s'il existe des différences de taille et de densité glomérulaire entre les sexes qui expliqueraient la plus grande susceptibilité des hommes face aux maladies rénales.

1. Introduction

L'insuffisance rénale chronique (IRC) est un problème majeur de santé publique avec une prévalence estimée à 10% en Suisse (1). Elle est définie comme étant une altération lente et irréversible de la fonction rénale, avec un débit de filtration glomérulaire inférieur à 60 mL/min/1.73 m² ou par des marqueurs d'altération rénale (albuminurie/protéinurie, anomalies détectées au sédiment urinaire, à l'histologie, à l'imagerie) présents depuis un minimum de 3 mois (2). La prévalence de l'insuffisance rénale est généralement plus élevée chez les hommes et le déclin de la fonction rénale est plus rapide chez les hommes que chez les femmes pré-ménopausées (3–5). L'âge, l'hypertension artérielle et le diabète sont tous des facteurs clairement identifiés dans la littérature comme ayant un impact délétère sur la fonction rénale mais le sexe pourrait également être un facteur important dans l'évolution de cette pathologie (3,6,7).

Le rein est très sensible à l'hypoxie et sa privation chronique en oxygène est l'étape finale dans la pathogénèse de l'IRC (8). Des études récentes ont démontré que l'oxygénation corticale est significativement plus élevée chez la femme que chez l'homme, ce qui pourrait expliquer la moins grande susceptibilité des femmes au déclin de leur fonction rénale (9,10). Toutefois, les mécanismes à l'origine de cette inégalité demeurent encore mal compris. La différence entre l'apport ou la consommation rénale en oxygène entre les deux sexes pourrait être due notamment à un dimorphisme sexuel de la taille et de la structure des reins (11–13).

Il est possible que les reins des femmes soient relativement plus grands par rapport à leur poids et leur taille corporelle et contiennent plus de glomérules par unité de volume que ceux des hommes. Certains auteurs ont relevé des différences entre les hommes et les femmes selon divers paramètres anatomiques et histologiques, mais ces résultats restent limités et contradictoires car la plupart des données proviennent d'études ayant utilisé différentes méthodes d'imagerie (échographie, CT scanner, IRM) pour estimer les dimensions rénales (11,14,15). Ainsi, l'existence de différences anatomiques et histologiques réelles entre les reins masculins et féminins n'est, à ce jour, toujours pas confirmée.

L'autopsie est le seul moyen permettant d'obtenir les données exactes concernant le poids et la taille des reins. Une étude européenne menée sur des autopsies a comparé le poids rénal absolu entre les hommes et les femmes mais aucun poids relatif n'a été établi (16).

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer s'il existe des différences macroscopiques (taille rénale relative, poids rénal relatif) entre les reins des hommes et des femmes, en utilisant les données disponibles dans les archives du Centre Universitaire Romand de Médecine Légale (CURML), site de Genève. L'existence de ces différences pourrait être un argument de plus pouvant expliquer en quoi les femmes sont mieux protégées de l'insuffisance rénale que les hommes et permettre le développement de nouvelles stratégies thérapeutiques. Cette étude permettra également d'actualiser les valeurs de référence pour la population Suisse, ce qui sera très utile pour la pratique quotidienne de l'anatomie, de la pathologie et de la médecine légale en Europe.

2. Méthodologie

2.1. Population de l'étude

Afin d'étudier les différences macroscopiques pouvant exister entre les reins des hommes et des femmes, il est nécessaire d'obtenir les mesures réelles concernant les reins d'un large échantillon d'hommes et de femmes, et non d'une estimation de ces mesures par d'autres méthodes telles que l'ultrasonographie, la tomodensitométrie ou l'IRM. Dans le cadre d'une étude rétrospective, nous avons donc étudié les données anatomo-pathologiques tirées de 1'165 autopsies médico-légales successives ordonnées par le Ministère public genevois entre 2009 et 2015, conservées dans les archives de l'Unité Romande de Médecine Forensique du CURML. Les autopsies ont été réalisées par les médecins légistes du CURML de Genève selon les recommandations internationales (17).

Toutes les données viennent des autopsies pratiquées sur des personnes majeures (18 ans et plus), décédées dans un contexte de mort subite, inattendue ou violente, souvent indéterminée, pour lesquels la cause du décès n'a pas été retenue comme naturelle d'emblée, nécessitant des investigations (constat de décès avec intervention de la police suivi d'un mandat d'autopsie médico-légale ordonné par le Procureur). De cette façon, tout sujet connu pour souffrir d'une condition susceptible d'affecter sa condition rénale a été exclu comme, par exemple, le diabète mellitus type 1 et 2 et des conditions rénales connues parmi lesquelles figurent l'insuffisance rénale, la glomérulonéphrite, la néphrite interstitielle, la sclérose rénale, la polykystose et l'agénésie rénale. Les corps en état de putréfaction modérée à sévère ont également été exclus, avec un intervalle post-mortem fixé au maximum à 72 heures entre le décès/la découverte du décès et l'autopsie, de même que ceux ayant subi un traumatisme rénal ou ayant une condition capable d'affecter le poids ou la taille des

individus (p.ex. corps fortement mutilé par des traumatismes sévères touchant les reins, corps calciné ou amputé).

2.2. Données récoltées

Nous avons récolté les informations selon un questionnaire standardisé incluant l'année de l'autopsie, le sexe, l'âge, le groupe ethnique (basé sur le nom de famille des individus et les informations du dossier, la coloration de la peau et la texture des cheveux), la taille corporelle et le poids corporel, la cause du décès, la présence de maladies cardiovasculaires (hypertension artérielle, infarctus du myocarde), d'une cirrhose hépatique, le statut fumeur / non-fumeur (si mentionné dans le rapport d'autopsie ou basé sur la présence de nicotine et de ses dérivés dans le sang au moment de l'autopsie), la consommation aiguë ou chronique d'alcool et de drogue, connue ou révélée par les analyses toxicologiques effectuées, en particulier la cocaïne, mais aussi d'autres drogues (héroïne, amphétamines, méthamphétamine, MDMA, kétamine, phéncyclidine (*angel dust*), morphine et autres opiacés)(18). Certaines drogues ont des effets bien connus sur les reins tels que les lésions rénales ischémiques liées à la cocaïne et les infections liées aux drogues intraveineuses (par exemple la glomérulonéphrite), tandis que d'autres drogues n'ont pas d'effet clairement démontré à ce jour.

De plus, les informations concernant une éventuelle stase ou signe de déplétion sanguine ont été répertoriées. En effet, ce facteur est en mesure de varier fortement en fonction des cas et des causes du décès. Par exemple, une stase/congestion viscérale sera fréquemment observée en cas d'intoxication aiguë (typiquement aux opiacés), alors que des signes de déplétion sanguine pourront être observés à la suite de plaies par arme blanche notamment.

Nous avons récolté les données macroscopiques suivantes : le poids et la longueur du rein gauche et du rein droit, ainsi que le poids du cœur. Le poids de chacun des reins apparaît dans tous les rapports d'autopsies alors que les dimensions rénales (hauteur, largeur et épaisseur) apparaissent seulement dans les rapports d'autopsies les plus anciens, ce qui explique le moins grand nombre de sujets inclus dans les analyses sur la longueur rénale. Pour tous les cas, les poids des organes ont été mesurés à l'aide de la même balance (Mettler Toledo SB16001). Les mesures des longueurs ont été réalisées à l'aide d'une simple règle métrique graduée (cm). Nous avons également noté la présence de kystes rénaux, de cicatrices rénales et d'athérosclérose (ATS) au niveau des artères rénales. Le degré d'ATS au niveau des coronaires et de l'aorte abdominale a été classifié selon l'absence d'ATS, la présence

de taches lipidiques intimes, de plaques simples, ou de plaques compliquées avec calcification et sténose.

2.3. Analyse statistique

L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé selon le poids corporel / taille corporelle (kg.m^2). La surface corporelle (SC) a été calculée en utilisant la formule selon DuBois $0,007184 \times \text{Taille (cm)}^{0,725} \times \text{Poids corporel (kg)}^{0,425}$

La longueur rénale relative a été calculée selon la longueur rénale / taille corporelle et le poids rénal relatif a été calculé selon le poids rénal / poids corporel. Nous avons établi plusieurs ratios : le poids rénal / taille corporelle, le poids rénal / SC, la longueur rénale / poids corporel et la longueur rénale / SC.

L'analyse statistique a été faite avec le logiciel STATA 14.2 (Stata/IC Corp, College Station, Texas, USA). Les variables quantitatives sont exprimées selon la moyenne \pm la déviation standard (SD) et la médiane (25^e-75^e interquartile). Le test t de Student a été utilisé afin de comparer les deux groupes, hommes versus femmes, pour les valeurs qui suivent une loi paramétrique, avec ou sans transformation des valeurs. Le test de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour les valeurs suivant une loi non-paramétrique. Nous avons réalisé une première analyse de régression linéaire multiple entre le poids de chaque rein et le poids corporel, la taille corporelle, l'âge et le sexe des sujets, une deuxième analyse de régression linéaire multiple entre la longueur de chaque rein et les mêmes paramètres cités. Afin de déterminer si le degré de congestion/déplétion sanguine des reins et si la présence d'hypertension artérielle exerce un impact sur le poids des reins, deux autres analyses de régression linéaire multiples ont été réalisées. Les valeurs-p sont considérées significatives lorsqu'elles sont inférieures à 0.05.

2.4. Éthique

Cette étude a été approuvée par la commission d'éthique suisse du canton de Vaud (CER-VD 2017-01378) selon le protocole de recherche conforme à l'ordonnance relative à la recherche sur l'être humain (ORH) avec « réutilisation de matériel biologique ou des données personnelles liées à la santé à des fins de recherche en cas de défaut ou d'information au sens de l'article 34 de la loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain (LRH). »

3. Résultats

3.1. Sélection des sujets

Le CURML a réalisé 1'165 autopsies successives entre 2009 et 2015 ; 423 sujets ont été exclus de l'étude tels que mentionné dans le Tableau 1. La majorité des sujets ont été exclus en raison d'une altération cadavérique modérée à sévère pouvant influencer le poids corporel et les paramètres rénaux. Ceci représente 11.42% du nombre total de sujets étudiés et près d'un tiers des cas exclus.

Sur les 742 sujets inclus dans cette étude, 69.7 % sont des hommes et 30.3 % sont des femmes.

Tableau 1A. Critères d'exclusion pour la sélection des sujets de l'étude

Sélection des sujets	Total	Hommes	Femmes
Nombre total de sujets	1165 (100%)	812	353
Nombre de sujets inclus	742 (63.69%)	517	225
Nombre de sujets exclus et raisons d'exclusion	423 (36.31%)	295	128
Age < 18 ans	40 (3.43%)	21	19
Diabète mellitus	85 (7.30%)	61	24
Maladie rénale	88 (7.55%)	57	31
Kyste rénal > 5 cm	16 (1.37%)	15	1
Traumatisme rénal	38 (3.26%)	26	12
Altération cadavérique modérée à sévère	133 (11.42%)	96	37
Absence d'un ou deux reins	14 (1.20%)	11	3
Autres (p.ex. corps carbonisé, amputation)	9 (0.77%)	8	1

Tableau 1B. Ethnie, cause et circonstance de décès des sujets inclus dans l'étude

Sujets inclus dans l'étude	Total	Hommes	Femmes
Ethnie			
Caucasien	645 (86.93%)	442	203
Africain	54 (7.28%)	45	9
Asie de l'est	6 (0.81%)	4	2
Moyen-Orient/Turquie	13 (1.75%)	11	2
Asie du Sud/Indien/Pakistan	14 (1.89%)	10	4
Latino-américain	3 (0.40%)	1	2
Pas d'information	97 (13.00%)	75	22
Cause de décès			
Naturelle d'origine inconnue	38 (5.1%)	25	13
Cardiaque	101 (13.6%)	81	20
Pulmonaire	24 (3.2%)	14	10
Vasculaire	24 (3.2%)	14	10
Autre cause naturelle diverse	46 (6.2%)	29	17
Intoxication	119 (16.0%)	74	45
Asphyxie	90 (12.1%)	69	21
Polytraumatisme	82 (11.1%)	52	30
Noyade	45 (6.1%)	27	18
Arme blanche	20 (2.7%)	17	3
Coup de feu	53 (7.1%)	47	6
Autre cause non naturelle	100 (13.5%)	68	32
Circonstances de décès			
Naturelle	213 (28.7%)	145	68
Violente			
Accidentelle	274 (36.9%)	197	77
Homicide	30 (4.0%)	22	8
Suicide	210 (28.3%)	145	65
Indéterminée	15 (2.0%)	8	7

3.2. Paramètres anthropométriques *absolus* des sujets

La moyenne, la déviation standard et la médiane (25-75%) des mesures anthropométriques des sujets (taille, poids, indice de masse corporelle, surface corporelle) et le poids et la taille des reins gauche et droit sont indiqués dans le tableau 2, séparément pour les hommes et les femmes.

Tous les paramètres sont significativement différents entre les deux groupes. Les hommes sont en moyenne plus jeunes que les femmes, soit 49,38 ans pour les hommes et 56,27 ans pour les femmes. La taille, le poids corporel, l'IMC et la SC sont plus élevés que chez les hommes que chez les femmes.

Les reins des hommes pèsent en moyenne 42 g de plus que ceux des femmes.

Les reins des hommes sont également plus longs que ceux des femmes.

Tableau 2. Mesures anthropométriques et rénales *absolues* chez les hommes et les femmes

	Hommes			Femmes			P-value
	n	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	n	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	
Age (années)	517	49.38 (±16.94)	49 (37-61)	224	56.27 (±18.85)	54.5 (42-72)	< 0.0001*
Taille corporelle (cm)	513	177.20 (±7.84)	177 (172-182)	219	163.66 (±7.32)	165 (160-169)	< 0.0001*
Poids corporel (kg)	513	80.86 (±17.47)	80 (70-90)	222	63.71 (±15.11)	61 (54-72)	< 0.0001*
Indice de masse corporelle (kg.m ⁻²)	513	25.72 (±5.18)	25 (22.40-28.40)	219	23.79 (±5.22)	23.11 (20.31-26.81)	< 0.0001*
Surface corporelle (m ²)	513	1.97 (±0.21)	1.98 (1.84-2.09)	219	1.68 (±0.20)	1.66 (1.56-1.79)	< 0.0001**
Poids rénal gauche (g)	510	168.36 (±40.88)	164 (140-195)	222	126.46 (±31.85)	125 (103-145)	< 0.0001**
Poids rénal droit (g)	510	160.01 (±40.37)	154 (130-180)	222	118.37 (±29.38)	116 (97-133)	< 0.0001**
Longueur rénale gauche (cm)	113	12.10 (±1.30)	12 (11-13)	46	11.61 (±1.15)	12 (11-12)	0.0262**
Longueur rénale droite (cm)	113	11.89 (±1.32)	12 (11-12.5)	46	11.37 (±1.16)	11 (10.5-12)	0.0154**

^a S.D.: déviation standard

*: Test de Wilcoxon-Mann-Whitney, hommes versus femmes

** : Test t de Student, hommes versus femmes

Les reins gauches pèsent en moyenne 8 g de plus que les reins droits chez les hommes et chez les femmes, avec une différence significative. (Figure 1).

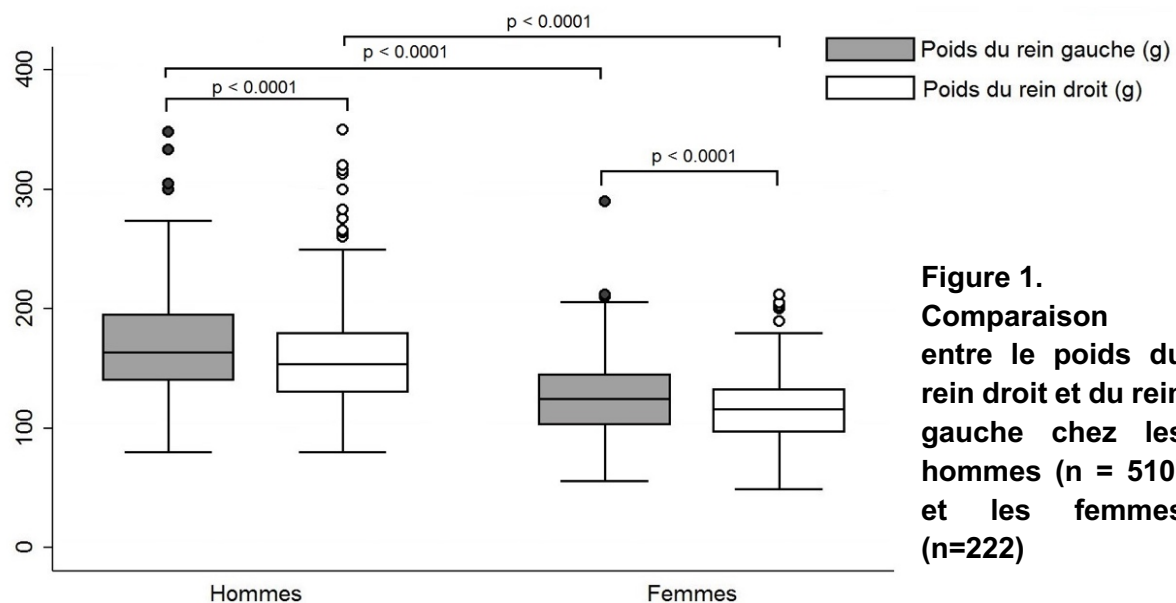
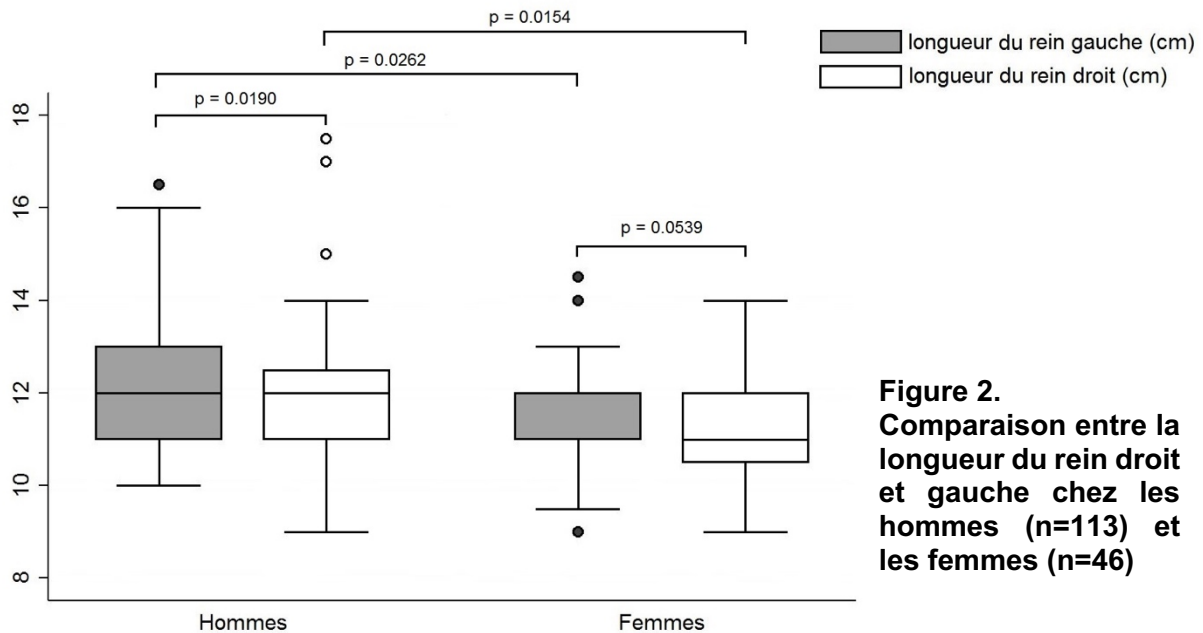


Figure 1.
Comparaison
entre le poids du
rein droit et du rein
gauche chez les
hommes (n = 510)
et les femmes
(n=222)

Chez les hommes et les femmes, les reins gauches sont plus longs que les reins droits (Figure 2).



3.3. Paramètres anthropométriques relatifs des sujets

Le fait que les reins des hommes soient plus lourds que ceux des femmes peut être dû au fait que les hommes aient une taille et un poids corporel supérieurs à ceux des femmes. Pour cette raison, nous avons réalisé des ratios entre le poids et la taille des reins par rapport à leur poids et taille corporelle, afin d'obtenir le poids et la taille *relative* des reins. Comme montré dans le Tableau 3 et la Figure 3, les reins des hommes ont une taille et poids *relatifs* plus élevés que les reins des femmes. Après ajustement, il existe une différence significative pour le ratio du poids rénal sur le poids corporel entre les hommes et les femmes ($p = 0.0168$ pour le rein gauche et $p = 0,0031$ pour le rein droit). Il existe également une différence significative pour les ratios du poids rénal sur la taille corporelle ($p < 0,0001$) et la SC ($p < 0,0001$), illustrée dans la Figure 3.

Tableau 3. Ratios du poids rénal sur le poids corporel, la taille corporelle et la surface corporelle, pour chacun des reins chez les hommes et les femmes

	Hommes			Femmes			P-value
	n	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	n	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	
Poids rénal gauche / poids corporel (10 ⁻³)	508	2.13 (±0.51)	2.04 (1.77-2.42)	221	2.06 (±0.64)	2.00 (1.61-2.38)	0.0168*
Poids rénal droit / poids corporel (10 ⁻³)	508	2.01 (±0.46)	1.96 (1.64-2.29)	221	1.92 (±0.55)	1.88 (1.54-2.24)	0.0031**
Poids rénal gauche / taille corporelle (kg.m ⁻¹) (10 ⁻¹)	508	0.95 (±0.23)	0.91 (0.79-1.08)	218	0.77 (±0.18)	0.75 (0.65-0.88)	< 0.0001**
Poids rénal droit / taille corporelle (kg.m ⁻¹) (10 ⁻¹)	508	0.90 (±0.22)	0.87 (0.74-1.03)	218	0.72 (±0.17)	0.71 (0.60-0.81)	< 0.0001**
Poids rénal gauche / SC (kg.m ⁻²) (10 ⁻³)	508	85.24 (±18.34)	82.42 (71.85-96.23)	218	75.62 (±18.08)	73.12 (63.99-86.67)	< 0.0001**
Poids rénal droit / SC (kg.m ⁻²) (10 ⁻³)	508	80.83 (±17.35)	78.17 (68.35-90.18)	218	70.72 (±16.18)	69.51 (58.29-79.79)	< 0.0001**

^a S.D.: déviation standard

*: Test de Wilcoxon-Mann-Whitney, hommes versus femmes

** : Test t de Student, hommes versus femmes

SC : surface corporelle (formule selon DuBois)

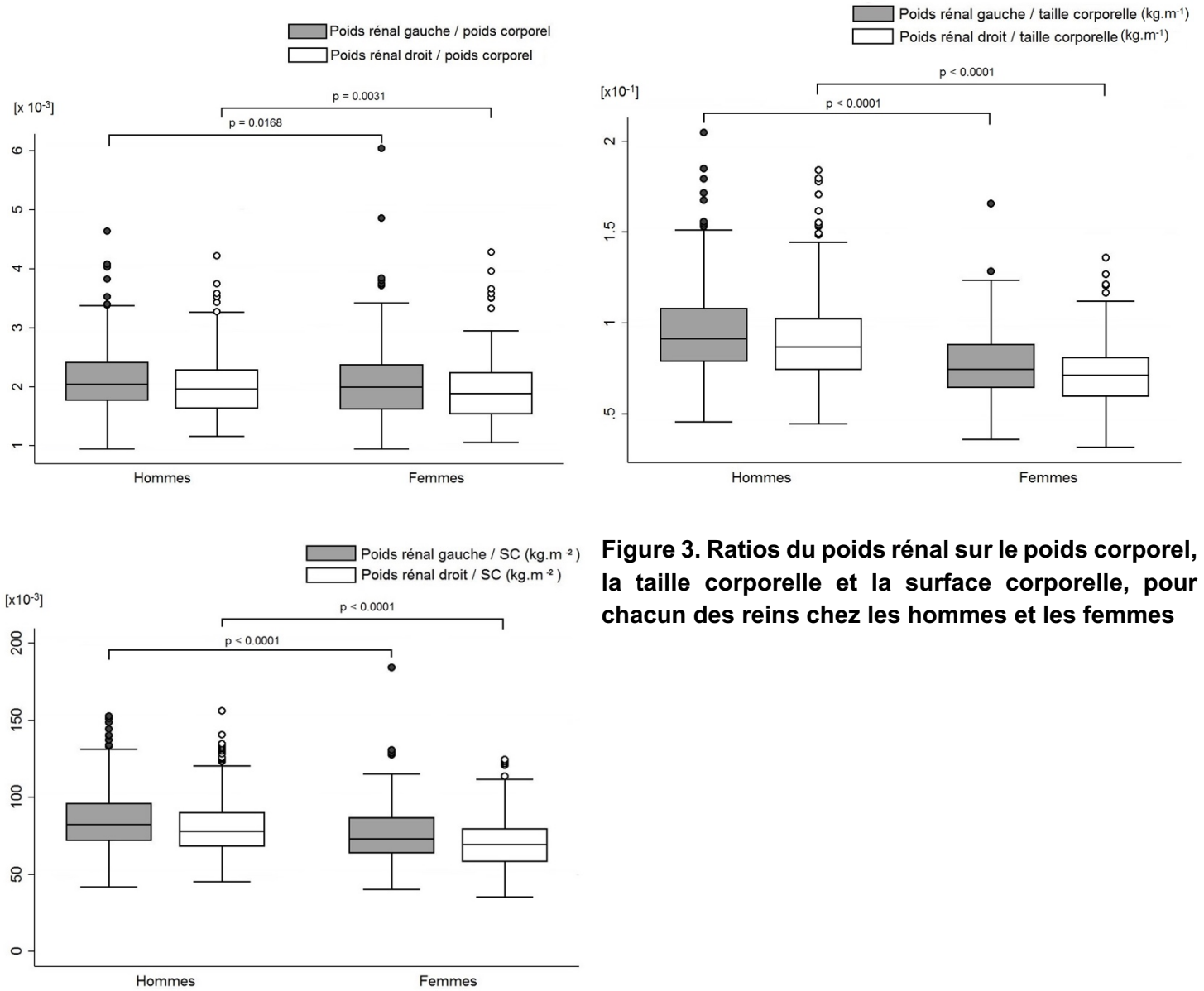


Figure 3. Ratios du poids rénal sur le poids corporel, la taille corporelle et la surface corporelle, pour chacun des reins chez les hommes et les femmes

Les mêmes ratios sont appliqués à la longueur rénale (Tableau 4). Cette fois, la longueur *relative* des reins est supérieure chez les femmes (Tableau 4 et Figure 4).

Tableau 4. Ratios de la longueur rénale sur le poids corporel, la taille corporelle et la surface corporelle, pour chacun des reins chez les hommes et les femmes

	Hommes (n = 113)		Femmes (n = 46)		P-value
	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	
Longueur rénale gauche / poids corporel (m.kg ⁻¹) (10 ⁻³)	1.54 (±0.29)	1.51 (1.35-1.73)	1.88 (±0.44)	1.87 (1.56-2.11)	< 0.0001**
Longueur rénale droite / poids corporel (m.kg ⁻¹) (10 ⁻³)	1.51 (±0.29)	1.51 (1.28-1.70)	1.85 (±0.46)	1.77 (1.53-2.18)	< 0.0001**
Longueur rénale gauche / taille corporelle (10 ⁻²)	6.80 (±0.72)	6.74 (6.29-7.22)	7.08 (±0.71)	7.06 (6.51-7.5)	0.0196**
Longueur rénale droite / taille corporelle (x10 ⁻²)	6.68 (±0.73)	6.67 (6.11-7.1)	6.93 (±0.67)	6.92 (6.47-7.35)	0.0321**
Longueur rénale gauche / SC (m ⁻¹) (10 ⁻²)	6.12 (±0.67)	6.14 (5.68-6.55)	6.90 (±0.89)	6.94 (6.15-7.39)	< 0.0001**
Longueur rénale droite / SC (m ⁻¹) (10 ⁻²)	6.02 (±0.66)	6.10 (5.46-6.44)	6.77 (±0.93)	6.65 (5.99-7.57)	< 0.0001**

^a S.D.: déviation standard

** : Test t de Student, hommes versus femmes

SC : surface corporelle (formule selon DuBois)

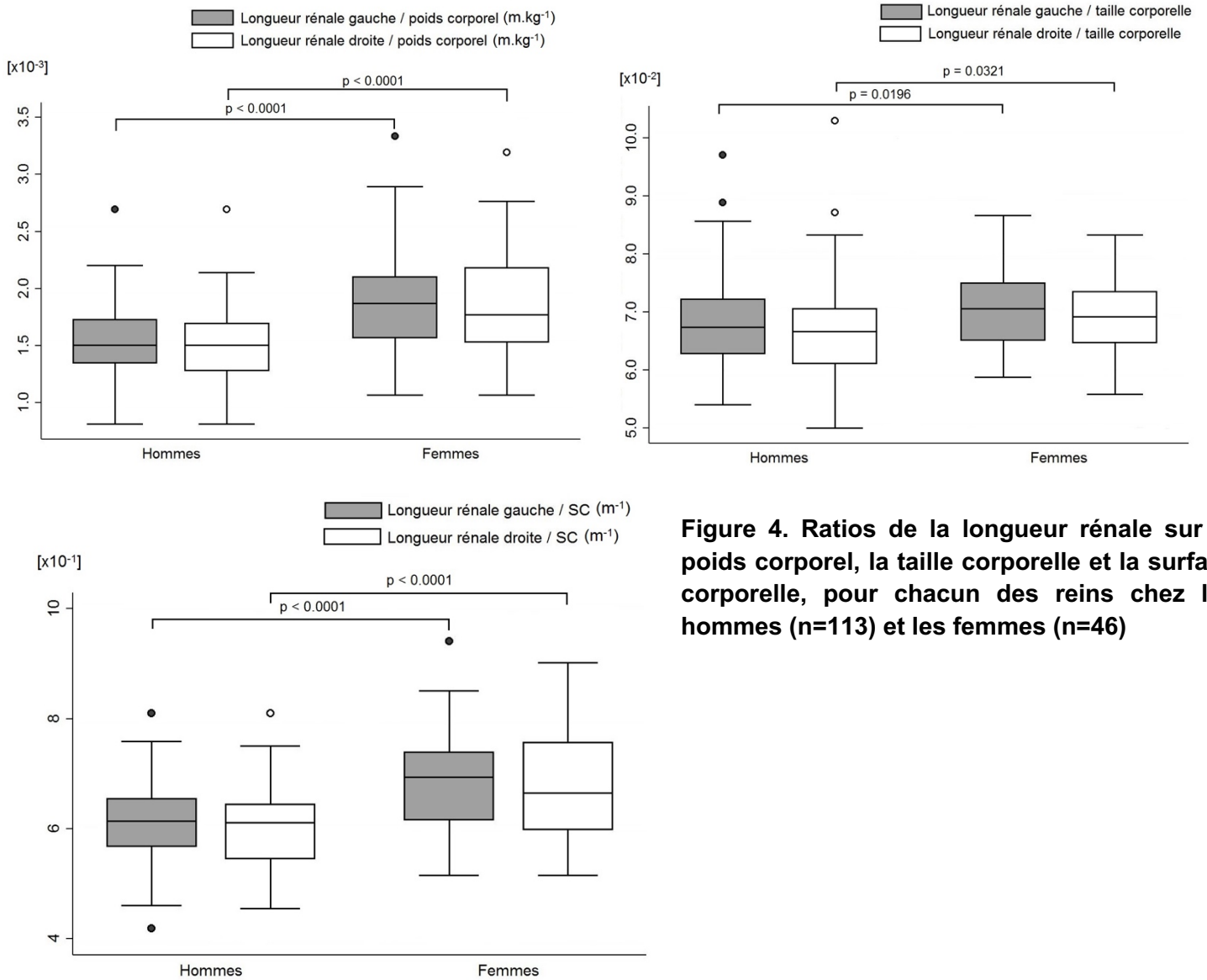


Figure 4. Ratios de la longueur rénale sur le poids corporel, la taille corporelle et la surface corporelle, pour chacun des reins chez les hommes (n=113) et les femmes (n=46)

3.4. Paramètres dans un sous-groupe matché pour l'âge

Toutefois, étant donné que la population étudiée contient plus d'hommes que de femmes et que les hommes sont en moyenne plus jeunes de 7 ans que les femmes, une sous-analyse a été réalisée dans laquelle tous les jeunes hommes sont exclus de façon à obtenir le même âge moyen. Après exclusion des hommes de 36 ans et moins, l'âge moyen passe à 56.12 ans chez les hommes par rapport à 54.27 ans chez les femmes ($p = 0.54$). Cela ne change pas significativement les différences entre les valeurs anthropométriques des hommes et des femmes (Tableau 6 et 7).

Tableau 6. Mesures anthropométriques et rénales chez les hommes et les femmes dans un sous-groupe matché pour l'âge

	Hommes			Femmes			P-value
	n	Moyenne (S.D.) ^a	Médiane (25%-75%)	n	Moyenne (S.D.) ^a	Médiane (25%-75%)	
Age (années)	396	56.12 (±13.06)	54.00 (46-65)	224	56.27 (±18.85)	54.5 (42-72)	0.5367**
Taille corporelle (cm)	393	177.17 (±7.93)	177 (172-183)	219	163.66 (±7.32)	165 (160-169)	< 0.0001*
Poids corporel (kg)	393	82.72 (±17.79)	82 (71-92)	222	63.71 (±15.11)	61 (54-72)	< 0.0001*
Indice de masse corporelle (kg.m ⁻²)	393	26.31(±5.24)	25.93 (23.14-28.94)	219	23.79 (±5.22)	23.11 (20.31-26.81)	< 0.0001*
Surface corporelle (m ²)	393	1.99 (±0.21)	1.99 (1.85-2.11)	219	1.68 (±0.20)	1.66 (1.56-1.79)	< 0.0001**
Poids rénal gauche (g)	389	172.11 (±42.37)	165 (142-198)	222	126.46 (±31.85)	125 (103-145)	< 0.0001**
Poids rénal droit (g)	389	164.14 (±42.21)	158 (135-186)	222	118.37 (±29.38)	116 (97-133)	< 0.0001**
Longueur rénale gauche (cm)	84	12.24 (±1.32)	12 (11.5-13)	46	11.61 (±1.15)	12 (11-12)	0.0056**
Longueur rénale droite (cm)	84	12.07 (±1.38)	12 (11-13)	46	11.37 (±1.16)	11 (10.5-12)	0.0029**

^a S.D.: déviation standard

*: Test de Wilcoxon-Mann-Whitney, homme versus femme

** : Test t de Student, hommes versus femmes

Dans le sous-groupe matché pour l'âge, il persiste une différence significative pour le ratio du poids rénal sur le poids corporel entre les hommes et les femmes ($p = 0.0281$ pour le rein gauche et $p = 0,0042$ pour le rein droit). Il existe également une différence significative pour les ratios du poids rénal sur la taille corporelle ($p < 0,0001$) et sur la SC ($p < 0,0001$) (Tableau 7).

Tableau 7. Ratios du poids rénal sur le poids corporel, la taille corporelle et la surface corporelle dans un sous-groupe matché pour l'âge

	Hommes			Femmes			P-value
	n	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	n	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	
Poids rénal gauche / poids corporel (10 ⁻³)	388	2.12 (±0.51)	2.04 (1.78-2.41)	221	2.06 (±0.64)	2.00 (1.61-2.38)	0.0281*
Poids rénal droit / poids corporel (10 ⁻³)	388	2.02 (±0.47)	1.95 (1.63-2.31)	221	1.92 (±0.55)	1.88 (1.54-2.24)	0.0042**
Poids rénal gauche / taille corporelle (kg.m ⁻¹) (10 ⁻¹)	388	0.97 (±0.23)	0.94 (0.80-1.11)	218	0.77 (±0.18)	0.75 (0.65-0.88)	< 0.0001**
Poids rénal droit / taille corporelle (kg.m ⁻¹) (10 ⁻¹)	388	0.93 (±0.23)	0.88 (0.76-1.03)	218	0.72 (±0.17)	0.71 (0.60-0.81)	< 0.0001**
Poids rénal gauche / SC (kg.m ⁻²) (10 ⁻³)	388	86.29 (±18.83)	82.91 (71.98-97.03)	218	75.63 (±18.08)	73.12 (63.99-86.67)	< 0.0001**
Poids rénal droit / SC (kg.m ⁻²) (10 ⁻³)	388	82.13 (±18.04)	79.87 (68.67-91.46)	218	70.72 (±16.18)	69.51 (58.29-79.79)	< 0.0001**

^a S.D.: déviation standard

*: Test de Wilcoxon-Mann-Whitney, homme versus femme

**: Test t de Student, hommes versus femmes

On retrouve également une différence significative entre les hommes et les femmes pour les ratios de la longueur rénale sur le poids corporel ($p < 0,0001$) et sur la SC ($p < 0,0001$) (Tableau 8). Toutefois, il n'y a pas de différence significative pour le ratio de la longueur rénale sur la taille corporelle ($p = 0.1350$ pour le rein gauche et $p = 0.2461$ pour le rein droit) contrairement à la population initiale incluse dans l'étude.

Tableau 8. Ratios de la longueur rénale sur le poids corporel, la taille corporelle, l'indice de masse corporelle et la surface corporelle chez les hommes et les femmes dans un sous-groupe matché pour l'âge

	Hommes (n = 84)		Femmes (n = 46)		P-value
	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	
Longueur rénale gauche / poids corporel (m.kg ⁻¹) (10 ⁻³)	1.52 (±0.27)	1.50 (1.34-1.73)	1.88 (±0.44)	1.87 (1.57-2.11)	< 0.0001**
Longueur rénale droite / poids corporel (m.kg ⁻¹) (10 ⁻³)	1.49 (±0.27)	1.48 (1.27-1.69)	1.85 (±0.45)	1.77 (1.53-2.18)	< 0.0001**
Longueur rénale gauche / taille corporelle (10 ⁻²)	6.89 (±0.74)	6.86 (6.38-7.28)	7.08 (±0.71)	7.06 (6.51-7.50)	0.1350**
Longueur rénale droite / taille corporelle (x10 ⁻²)	6.80 (±0.77)	6.86 (6.29-7.18)	6.93 (±0.67)	6.92 (6.47-7.35)	0.2416**
Longueur rénale gauche / SC (m ⁻¹) (10 ⁻²)	6.14 (±0.66)	6.14 (5.71-6.56)	6.90 (±0.89)	6.94 (6.15-7.39)	< 0.0001**
Longueur rénale droite / SC (m ⁻¹) (10 ⁻²)	6.05 (±0.66)	6.15 (5.46-6.48)	6.77 (±0.93)	6.65 (5.99-7.57)	< 0.0001**

^aS.D.: déviation standard

**: Test t de Student, hommes versus femmes

3.5. Influence du sexe, de l'âge, de la taille et du poids corporels sur le poids et la taille des reins

Ensuite, nous avons utilisé un modèle de régression linéaire multiple afin de prédire le poids du rein gauche et du rein droit en fonction de quatre variables dont leur importance pour le poids rénal a été suggéré dans des études basées sur l'imagerie (11): l'âge, le sexe, le poids et la taille corporelle. Ce modèle de régression est illustré dans le tableau S1 de l'annexe.

Les valeurs sont de $R^2 = 0.351$ pour le rein gauche et $R^2 = 0.391$ pour le rein droit ce qui signifie que l'âge, le sexe, le poids et la taille corporelle expliquent 35.1% et 39.1% de la variabilité du poids des reins gauche et droit, respectivement. La régression linéaire multiple est significative étant donné les valeurs suivantes : $F(4, 720) = 97.49$, $p < 0.0001$ pour le rein gauche et $F(4, 720) = 115.53$, $p < 0.0001$ pour le rein droit (Tableau S1 de l'annexe).

Nous obtenons ainsi les équations suivantes :

- Poids du rein gauche = $-0.012 - (18.452 \times \text{sexe}) - (0.042 \times \text{âge}) + (0.561 \times \text{taille corporelle}) + (0.879 \times \text{poids corporel})$
- Poids du rein droit = $-8.709 - (17.467 \times \text{sexe}) - (0.015 \times \text{âge}) + (0.512 \times \text{taille corporelle}) + (0.973 \times \text{poids corporel})$

La taille corporelle ($b = 0.561$ pour le rein gauche et $b = 0.512$ pour le rein droit) est un facteur statistiquement significatif ($p < 0.0001$). Plus les individus sont grands, plus les reins sont lourds. Le poids corporel ($b = 0.879$ pour le rein gauche et $b = 0.973$ pour le rein droit) est également un facteur statistiquement significatif ($p < 0.0001$). Plus les individus ont un poids élevé, plus les reins sont lourds. Le sexe a été codé « 0 » pour les hommes et « 1 » pour les femmes ($b = -18.452$ pour le rein gauche et $b = -17.467$ pour le rein droit). Lorsque l'individu est une femme, le poids de ses reins est significativement plus faible ($p < 0.0001$).

Par contre, le T test pour l'âge donne une valeur peu différente de 0 et non statistiquement significative ce qui signifie que l'âge n'est pas un paramètre fournissant une valeur significative au modèle de régression linéaire multiple.

En résumé, les coefficients du sexe, du poids et de la taille sont différents de 0 avec des $p < 0.0001$ pour le rein droit et le rein gauche et sont donc tous des facteurs significatifs. Autrement dit, le sexe, le poids et la taille sont tous associés au poids rénal, et ces associations restent significatives après ajustement pour les autres variables.

Nous avons également utilisé un modèle de régression linéaire multiple afin de prédire la longueur du rein gauche et du rein droit en fonction des quatre mêmes variables, soit l'âge, le sexe, le poids et la taille corporelle. Ce modèle est illustré dans le tableau S2 en annexe.

Les valeurs sont de $R^2 = 0.1908$ pour le rein gauche et $R^2 = 0.1932$ pour le rein droit ce qui signifie que l'âge, le sexe, le poids et la taille corporelle expliquent 19.1% et 19.3% de la variabilité de la longueur des reins gauche et droit, respectivement. La régression linéaire multiple est significative étant donné les valeurs suivantes : $F(4, 154) = 9.08$, $p < 0.0001$ pour le rein gauche et $F(4, 154) = 9.22$, $p < 0.0001$ pour le rein droit.

Nous obtenons ainsi les équations suivantes :

- Longueur du rein gauche = $5.455 + (0.213 \times \text{sexe}) + (0.0006 \times \text{âge}) + (0.025 \times \text{taille corporelle}) + (0.243 \times \text{poids corporel})$
- Longueur du rein droit = $5.770 + (0.220 \times \text{sexe}) - (0.001 \times \text{âge}) + (0.023 \times \text{taille corporelle}) + (0.025 \times \text{poids corporel})$

Le sexe, la taille corporelle et l'âge sont des facteurs statistiquement non significatifs ($p > 0.05$). Le poids corporel ($b = 0.024$ pour le rein gauche et $b = 0.025$ pour le rein droit) est un facteur statistiquement significatif ($p < 0.0001$). Plus les individus ont un poids élevé, plus les reins sont grands.

Par contre, le T test pour l'âge donne une valeur peu différente de 0 et non statistiquement significative ce qui signifie que l'âge n'est pas un paramètre fournissant une valeur significative au modèle de régression linéaire multiple.

3.6. Paramètres dans un sous-groupe selon les signes de déplétion ou congestion sanguine des reins

Le degré de stase sanguine viscérale généralisée qui figure dans les rapports d'autopsie explique environ 5-6% de la variabilité du poids des reins gauche et droit, et est donc un facteur important qui doit être inclus dans la régression linéaire multiple (résultats non montrés).

Les trois groupes « congestion sanguine », « sans particularité » et « déplétion sanguine » diffèrent significativement entre eux quant aux poids des reins ($p < 0.05$). Les coefficients montrent que les reins présentant une congestion sanguine sont plus lourds, les reins présentant une déplétion en sang sont plus légers et les reins ne présentant ni congestion ni déplétion ont des poids intermédiaires (Tableau S3 et 14).

Lorsque l'on intègre ce paramètre dans le modèle initial de régression linéaire (comportant les variables : âge, sexe, poids et taille corporelle), la quantité de sang est un facteur statistiquement significatif ayant un impact sur le poids des reins ($p < 0.05$).

Étant donné que la quantité de sang dont sont pourvus les reins a une influence sur le poids de ces derniers, les reins présentant des signes de congestion ou déplétion sanguine sont éliminés et nous obtenons un sous-groupe dont les caractéristiques sont mentionnées dans le tableau 9. Il persiste une différence significative de poids rénal absolu entre les hommes et les femmes ($p < 0.0001$) et il n'y a pas de différence significative de longueur rénale entre les sexes ($p=0.1100$ à gauche et $p=0.0897$ à droite).

Tableau 9. Mesures anthropométriques et rénales chez les hommes et les femmes dans un sous-groupe dont les reins ne présentent aucun signe de déplétion ni congestion sanguine

	Hommes			Femmes			P-value
	n	Moyenne (S.D.) ^a	Médiane (25%-75%)	n	Moyenne (S.D.) ^a	Médiane (25%-75%)	
Age (années)	176	52.09 (± 17.96)	51 (40-65.5)	97	58.75 (± 18.82)	57 (44-74)	0.0079 *
Taille corporelle (cm)	175	177.03 (± 7.79)	177 (172-182)	94	163.14 (± 6.96)	163.5 (160-168)	< 0.0001 **
Poids corporel (kg)	175	80.79 (± 17.15)	80 (70-88)	96	62.81 (± 14.87)	60 (53-70)	< 0.0001 **
Indice de masse corporelle (kg.m ⁻²)	175	25.72 (± 5.03)	24.91 (22.2-28.3)	94	23.58 (± 5.13)	22.63 (20.94-26.62)	0.0004 *
Surface corporelle (m ²)	175	1.97 (± 0.21)	1.98 (1.83-2.09)	94	1.67 (± 0.19)	1.64 (1.53-1.78)	< 0.0001 **
Poids rénal gauche (g)	173	163.51 (± 40.12)	156 (136-190)	97	126.36 (± 32.03)	125 (106-143)	< 0.0001 **
Poids rénal droit (g)	173	155.50 (± 40.25)	150 (126-176)	97	118.63 (± 29.68)	115 (98-133)	< 0.0001 **
Longueur rénale gauche (cm)	36	11.90 (± 1.23)	12 (11-12.25)	15	11.33 (± 0.98)	11 (11-12)	0.1100 **
Longueur rénale droite (cm)	36	11.89 (± 1.52)	12 (11-13)	15	11.13 (± 1.13)	11 (10.5-12)	0.0897 **

^aS.D.: déviation standard

*: Test de Wilcoxon-Mann-Whitney, homme versus femme

** : Test t de Student, hommes versus femmes

Dans ce groupe dont les reins ne présentent ni congestion ni déplétion sanguine apparente, il n'y a pas de différence significative du ratio poids rénal sur le poids corporel ($p = 0.8668$ pour le rein gauche et $p = 0,4743$ pour le rein droit). Par contre, il persiste une différence significative pour les ratios du poids rénal sur la taille corporelle ($p < 0,0001$) et sur la SC ($p = 0.0023$ à gauche et $p = 0.0006$ à droite) (Tableau 10).

Tableau 10. Ratios du poids rénal sur le poids corporel, la taille corporelle, l'indice de masse corporelle et la surface corporelle dans un sous-groupe dont les reins ne présentent aucun signe de déplétion ni congestion sanguine

	Hommes			Femmes			P-value
	n	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	n	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	
Poids rénal gauche / poids corporel (10 ⁻³)	172	2.06 (±0.48)	2.00 (1.72-2.30)	96	2.12 (±0.76)	2.02 (1.60-2.42)	0.8668 *
Poids rénal droit / poids corporel (10 ⁻³)	172	1.95 (±0.46)	1.87 (1.62-2.19)	96	1.97 (±0.62)	1.91 (1.51-2.32)	0.4743 **
Poids rénal gauche / taille corporelle (kg.m ⁻¹) (10 ⁻¹)	172	0.92 (±0.22)	0.89 (0.78-1.06)	94	0.78 (±0.19)	0.74 (0.66-0.89)	< 0.0001 **
Poids rénal droit / taille corporelle (kg.m ⁻¹) (10 ⁻¹)	172	0.88 (±0.22)	0.83 (0.74-0.99)	94	0.73 (±0.18)	0.73 (0.61-0.82)	< 0.0001 *
Poids rénal gauche / SC (kg.m ⁻²) (10 ⁻³)	172	82.78 (±17.30)	80.88 (70.43-94.88)	94	76.65 (±20.67)	73.61 (64.82-88.18)	0.0023 **
Poids rénal droit / SC (kg.m ⁻²) (10 ⁻³)	172	78.53 (±17.03)	76.47 (65.93-87.78)	94	71.78 (±18.14)	70.90 (58.29-81.69)	0.0006 **

^aS.D.: déviation standard

*: Test de Wilcoxon-Mann-Whitney, homme versus femme

** : Test t de Student, hommes versus femmes

SC : surface corporelle (formule selon DuBois)

Ainsi, nous avons établi un tableau de référence pour le poids des reins gauches et droits chez les hommes et les femmes selon les signes de congestion/déplétion sanguine qui figurent dans les rapports d'autopsie (Tableau 11).

Tableau 11. Poids de référence du rein gauche et droit chez les hommes et les femmes selon les signes de congestion ou déplétion sanguine

	Hommes			Femmes		
	n	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)	n	Moyenne (SD) ^a	Médiane (25%-75%)
Déplétion sanguine						
Poids rénal gauche	80	148.99 (±35.91)	146.5 (127.0-165.50)	39	117.68 (±28.85)	114.0 (97.0-130.0)
Poids rénal droit	80	142.48 (±32.22)	137.0 (121.0-161.5)	39	108.26 (±25.93)	99.0 (90.0-124.0)
Congestion sanguine						
Poids rénal gauche	257	177.65 (±40.29)	175.0 (150.0-200.0)	85	130.09 (±32.37)	128.0 (106.0-150.0)
Poids rénal droit	257	168.51 (±40.62)	163.0 (139.0-190.0)	85	122.45 (±29.83)	120.0 (100.0-137.0)
Aucune particularité^b						
Poids rénal gauche	176	163.51 (±40.12)	156.0 (136.0-190.0)	97	126.36 (±32.03)	125.0 (106.0-143.0)
Poids rénal droit	176	155.50 (±40.25)	150.0 (126.0-176.0)	97	118.63 (±29.68)	115.0 (98.0-133.0)

^a S.D.: déviation standard

^b : aucun signe de déplétion ni de congestion sanguine

3.7. Influence de l'hypertension sur le poids rénal

Nous avons réalisé une étude de régression linéaire afin de voir l'influence d'une hypertension connue et répertoriée dans les rapports d'autopsie sur le poids des reins. Le Tableau S4 montre que la présence d'une hypertension connue n'influence en rien le poids des reins, avec des valeurs de R^2 qui restent identiques au modèle initial de régression linéaire, ce qui signifie que l'hypertension ne compte aucunement dans la variabilité du poids rénal et avec des valeurs non statistiquement significatives.

4. Discussion

Notre étude montre que le poids rénal absolu des hommes est en moyenne supérieur à celui des femmes. Leur poids rénal relatif (par rapport à leur poids corporel et leur taille corporelle plus élevés) est également plus élevé. Effectivement, cette différence persiste après ajustement pour le poids corporel, la taille et la SC. Cette différence n'est pas liée à la population masculine plus jeune retenue puisque nous retrouvons des résultats similaires dans le sous-groupe matché pour l'âge. Cette différence n'est pas non plus liée à la quantité de sang présente dans les reins au moment de l'autopsie ni à la présence d'hypertension artérielle. Les reins présentant une déplétion sanguine sont plus légers et les reins présentant une congestion sanguine sont plus lourds, mais cela n'affecte pas notre conclusion que le poids rénal relatif des hommes est supérieur à celui des femmes.

Ainsi, le sexe semble être un déterminant du poids rénal, indépendamment des paramètres anthropométriques. Nos résultats complètent ceux obtenus par De la Grandmaison et al. (2001) qui a réalisé une étude rétrospective à partir des données de 684 autopsies médico-légales réalisées dans une population française caucasienne entre les années 1987 et 1991 (16). Leur étude a montré que le poids rénal des hommes était supérieur à celui des femmes et a établi une corrélation entre le poids rénal et la taille corporelle ainsi que l'IMC, corrélation faible mais significative chez les hommes ($0.1 < R^2 < 0.5$) et forte chez les femmes ($R^2 > 0.5$). Toutefois, leur étude n'a réalisé aucune analyse pour le poids rénal relatif (8).

Dans notre étude, les reins des hommes sont significativement plus longs que ceux des femmes. Toutefois, la longueur rénale ajustée au poids corporel et à la SC est supérieure chez les femmes. Benjamin Cheong et al (2007) a observé les mêmes résultats (n=150 participants, 61 hommes et 89 femmes) en utilisant l'IRM comme méthode de mesure des reins (14). Par contre, Miletić et al. (1998) (n=175 participants, 104 hommes et 71 femmes) n'a pas trouvé de différences significatives entre la longueur rénale relative (ajustée à la taille corporelle) des hommes et des femmes

avec l'échographie (13). C'est également l'observation qui a été faite dans une étude réalisée sur la population Suisse et qui a utilisé l'ultrason pour mesurer le poids et la taille des reins de 793 personnes (374 hommes et 419 femmes) (11). Ces résultats variables sont probablement dus à l'utilisation de différentes méthodes radiologiques pour estimer les mesures rénales. En effet, l'IRM est une méthode fiable pour mesurer le volume des reins avec la méthode de Simpson (différence de 4-5% par rapport au volume mesuré par la méthode de déplacement de l'eau), tandis que la formule de l'ellipsoïde utilisée pour l'ultrasonographie a tendance à sous-estimer le volume rénal de près de 21-29% (14).

Notre étude n'était pas limitée par ces facteurs techniques, car le poids et la taille ont été mesurés directement. Nous pouvons donc conclure avec un haut degré de probabilité que le poids rénal relatif est plus élevé chez les hommes, tandis que la longueur relative des reins est supérieure chez les femmes. Ceci peut être expliqué par le fait que la forme des reins ne soit pas la même chez les hommes et les femmes, avec des reins plus épais et moins longs mais plus lourds chez les hommes et des reins plus fins et longs mais moins lourds chez les femmes. Toutefois, la longueur rénale ne prend en compte qu'une dimension du rein. Il serait donc intéressant de répéter cette analyse avec les trois dimensions rénales (la longueur, la largeur et l'épaisseur) qui figurent dans les rapports d'autopsie les plus anciens.

Hormis le diabète et l'âge, l'hypertension artérielle est également un facteur ayant un impact connu sur la taille et le fonctionnement des reins. Notre étude a montré que la présence d'une hypertension artérielle connue et répertoriée dans les rapports d'autopsie n'a pas d'impact sur le poids des reins. Le régime alimentaire pourrait également avoir un impact non négligeable sur la taille et la fonction rénale (19). Par exemple, un régime alimentaire plus riche en protéines animales stimule, selon certaines études, la croissance des reins. Une différence de régime pourrait expliquer la différence de taille observée entre les sexes. Malheureusement, ces données n'étaient pas disponibles dans les rapports d'autopsie, ce qui est une autre limitation de notre étude.

Les facteurs hormonaux ont également un impact physiologique non négligeable sur la fonction rénale avec la présence de récepteurs hormonaux dans les artéioles et les cellules glomérulaires (20,21). De nombreuses études ont montré l'effet cardioprotecteur et potentiellement néphroprotecteur des œstrogènes (22,23). Des recherches menées sur des modèles animaux ont montré que l'estradiol supprime la prolifération des cellules mésangiales et la synthèse de collagène type I et IV, jouant ainsi un rôle dans le ralentissement de la glomérulosclérose chez la femme (15,24). Ceci pourrait se traduire dans une différence de taille entre les sexes, mais plutôt dans

le sens inverse de nos observations. Il serait intéressant d'établir la différence de poids rénal relatif et taille rénale relative entre les femmes pré-ménopausées précocement et les femmes post-ménopausées, mais nous n'avons malheureusement pas d'informations sur ce paramètre. Par contre, nous avons prévu de déterminer s'il existe des différences histologiques notables dans la quantité de néphrons et dans la taille glomérulaire entre les sexes dans des études ultérieures.

Notre étude a rencontré plusieurs autres limitations : la contrainte de l'échantillonnage, avec une proportion d'hommes plus grande et une quantité moindre de sujets pour l'analyse de la longueur rénale. Un plus grand échantillon aurait été plus représentatif de la population masculine et féminine et aurait apporté des informations intéressantes sur les trois dimensions rénales (longueur, largeur et épaisseur). Néanmoins, notre étude est parmi les plus grandes jamais réalisées dans ce domaine. Par ailleurs, notre étude s'intéressait à analyser des reins sains, mais nous n'avons pas de données concernant la créatininémie, le taux de filtration glomérulaire, l'albuminurie ou l'hématurie, qui sont tous des signes de souffrance rénale utilisés en clinique. Il se peut donc que notre étude ait pris en compte des sujets dont la fonction rénale n'était pas entièrement préservée.

Le poids de naissance aurait également été une donnée intéressante à analyser. En effet, plusieurs études évoquent un lien possible entre un petit poids de naissance et un nombre réduit de néphrons résultant en une hypertension intra-glomérulaire, une glomérulomégalie et néphrosclérose (21–24). Piras et al (2018) a mis en évidence qu'un petit poids de naissance (<4.5 kg) est associé avec un petit volume rénal mais aucun lien n'a clairement été établi à ce jour entre un petit poids de naissance et une insuffisance rénale précoce ou plus rapide (15).

En résumé, les études réalisées sur les humains et les animaux ont montré à ce jour des résultats contradictoires sur l'existence d'un lien entre le sexe et la taille ou le poids des reins en fonction de divers paramètres anthropométriques, entre autres de par l'utilisation de méthodes radiologiques différentes. Notre étude a tout d'abord permis d'actualiser et établir des valeurs réelles de poids et de taille rénale mesurées lors d'autopsies médico-légales en Suisse, adaptées au degré de congestion ou de déplétion sanguine, qui peuvent être utilisées pour créer des tables de référence. Ces tables seront utiles pour les pathologues et spécialistes en médecine légale.

Ensuite, notre étude a permis de déterminer que les reins des hommes sont plus lourds et larges que ceux des femmes, et que le rein gauche est en règle générale plus lourd et long que le rein droit. Nous avons émis l'hypothèse qu'un poids rénal relatif plus élevé chez les femmes pouvait expliquer leur meilleure néphro-protection

de par un nombre relativement plus élevé de glomérules. Or, notre étude a montré la tendance inverse. La prépondérance masculine de l'insuffisance rénale et le déclin plus rapide de leur fonction rénale ne peuvent donc pas être expliqués par une masse rénale (relative) moindre que celle des femmes. Par contre, il se peut qu'il y ait une différence microscopique dans la structure des reins entre les hommes et les femmes.

Le débit de filtration glomérulaire est un paramètre important dans l'étude de la fonction rénale et est directement corrélé au nombre de néphrons. Ce nombre, estimé à un million de néphrons par rein à la naissance, diminue avec l'âge et en fonction de maladies ayant un impact sur les reins. La perte de néphrons provoque une augmentation compensatoire de la filtration de chaque néphron avec une néphrosclérose et une glomérulomégalie pouvant être visualisée au niveau histologique (15,27). La prochaine étape serait donc de voir s'il existe des différences microscopiques (taille, nombre et densité glomérulaire) entre les reins des hommes et des femmes, en utilisant les lames histologiques se rapportant aux dossiers d'autopsie des sujets sélectionnés dans cette étude et qui sont également conservées au CURML. Ainsi, malgré un poids rénal relatif inférieur, les femmes pourraient être mieux protégées contre l'IRC en raison d'une plus grande densité glomérulaire.

La corrélation entre la densité glomérulaire, le volume glomérulaire et l'IRC fait l'objet d'un vif intérêt dans la communauté scientifique. Certaines études ont trouvé un plus grand nombre de glomérules chez les femmes tandis que d'autres études ont trouvé l'inverse (28,29). Koike et al (2017) ont montré qu'une faible densité de glomérules dont le volume est augmenté en raison d'une hyperfiltration compensatrice mène vers une insuffisance rénale (5). L'étude de Denic et al (2017) a évalué le taux de filtration glomérulaire d'un néphron (« *single-nephron GFR* ») en faisant le rapport du taux de filtration glomérulaire total (CT scan) sur le nombre de néphrons (étude des biopsies rénales) chez 1'388 volontaires. Ils ont montré que le taux de filtration glomérulaire d'un néphron augmente lorsque les néphrons sont plus volumineux, en lien avec une glomérulosclérose et une artériosclérose. Ceci se produit avec une grande taille (> 190 cm), une obésité et une histoire familiale positive de maladies rénales. Il serait donc important de voir s'il existe un dimorphisme sexuel dans la densité et le volume glomérulaire.

Ainsi, l'existence de différences microscopiques pourrait expliquer en quoi les femmes sont mieux protégées de l'insuffisance rénale que les hommes, et permettrait de mieux comprendre l'impact sur le poids rénal relatif observé.

5. Bibliographie

1. Ponte B, Pruijm M, Marques-Vidal P, Martin P-Y, Burnier M, Paccaud F, et al. Determinants and burden of chronic kidney disease in the population-based CoLaus study: a cross-sectional analysis*. *Nephrol Dial Transplant.* sept 2013;28(9):2329-39.
2. Chapter 1: Definition and classification of CKD. *Kidney Int Suppl.* janv 2013;3(1):19-62.
3. Neugarten J, Acharya A, Silbiger SR. Effect of Gender on the Progression of Nondiabetic Renal Disease: A Meta-Analysis. *J Am Soc Nephrol.* 2000;11.
4. Berg UB. Differences in decline in GFR with age between males and females. Reference data on clearances of inulin and PAH in potential kidney donors. *Nephrol Dial Transplant.* 1 sept 2006;21(9):2577-82.
5. Coggins C. Differences between women and men with chronic renal disease. *Nephrol Dial Transplant.* 1 juin 1998;13(6):1430-7.
6. Levey AS, Eckardt K-U, Tsukamoto Y, Levin A, Coresh J, Rossert J, et al. Definition and classification of chronic kidney disease: A position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Kidney Int.* juin 2005;67(6):2089-100.
7. Silbiger S, Neugarten J. Gender and human chronic renal disease. *Gend Med.* janv 2008;5:S3-10.
8. Nangaku M. Chronic Hypoxia and Tubulointerstitial Injury: A Final Common Pathway to End-Stage Renal Failure. *J Am Soc Nephrol.* 16 nov 2005;17(1):17-25.
9. Milani B, Ansaloni A, Sousa-Guimaraes S, Vakilzadeh N, Piskunowicz M, Vogt B, et al. Reduction of cortical oxygenation in chronic kidney disease: evidence obtained with a new analysis method of blood oxygenation level-dependent magnetic resonance imaging. *Nephrol Dial Transplant.* 17 oct 2016;gfw362.
10. Pruijm M, Hofmann L, Piskunowicz M, Muller M-E, Zwiack C, Bassi I, et al. Determinants of Renal Tissue Oxygenation as Measured with BOLD-MRI in Chronic Kidney Disease and Hypertension in Humans. *J Am Soc Nephrol.* éditeur. PLoS ONE. 23 avr 2014;9(4):e95895.
11. Pruijm M, Ponte B, Ackermann D, Vuistiner P, Paccaud F, Guessous I, et al. Heritability, determinants and reference values of renal length: a family-based population study. *Eur Radiol.* oct 2013;23(10):2899-905.
12. Oudar O, Elger M, Bankir L, Ganten D, Ganten U, Kriz W. Differences in rat kidney morphology between males, females and testosterone-treated females. *Ren Physiol Biochem.* juin 1991;14(3):92-102.

13. Miletić D, Fuckar Z, Sustić A, Mozetic V, Stimac D, Zauhar G. Sonographic measurement of absolute and relative renal length in adults. *J Clin Ultrasound JCU*. mai 1998;26(4):185-9.
14. Cheong B, Muthupillai R, Rubin MF, Flamm SD. Normal Values for Renal Length and Volume as Measured by Magnetic Resonance Imaging. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2 nov 2006;2(1):38-45.
15. Piras D, Masala M, Delitala A, Urru SAM, Curreli N, Balaci L, et al. Kidney size in relation to ageing, gender, renal function, birthweight and chronic kidney disease risk factors in a general population. :8.
16. de la Grandmaison GL, Clairand I, Durigon M. Organ weight in 684 adult autopsies: new tables for a Caucasoid population. *Forensic Sci Int*. juin 2001;119(2):149-54.
17. Brinkmann B. Harmonisation of Medico-Legal Autopsy Rules. *Int J Legal Med*. 20 déc 1999;113(1):1-14. European Council of Legal Medicine, *Harmonisation of medico-legal autopsy rules*, updated version, October 2012
18. Buettner M, Toennes SW, Buettner S, Bickel M, Allwinn R, Geiger H, et al. Nephropathy in Illicit Drug Abusers: A Postmortem Analysis. *Am J Kidney Dis*. juin 2014;63(6):945-53.
19. Cobo G, Hecking M, Port FK, Exner I, Lindholm B, Stenvinkel P, et al. Sex and gender differences in chronic kidney disease: progression to end-stage renal disease and haemodialysis. *Clin Sci*. 1 juin 2016;130(14):1147-63.
20. Jelinsky SA, Harris HA, Brown EL, Flanagan K, Zhang X, Tunkey C, et al. Global Transcription Profiling of Estrogen Activity: Estrogen Receptor α Regulates Gene Expression in the Kidney. *Endocrinology*. févr 2003;144(2):701-10.
21. Wilson CM, McPhaul MJ. A and B forms of the androgen receptor are expressed in a variety of human tissues. *Mol Cell Endocrinol*. juin 1996;120(1):51-7.
22. Neugarten J, Silbiger SR. Effects of sex hormones on mesangial cells. *Am J Kidney Dis*. juill 1995;26(1):147-51.
23. Dubey RK, Jackson EK. Estrogen-induced cardiorenal protection: potential cellular, biochemical, and molecular mechanisms. *Am J Physiol-Ren Physiol*. mars 2001;280(3):F365-88.
24. Kwan G, Neugarten J, Sherman M, Ding Q, Fotadar U, Lei J, et al. Effects of sex hormones on mesangial cell proliferation and collagen synthesis. *Kidney Int*. oct 1996;50(4):1173-9.
25. Hoy WE, Douglas-Denton RN, Hughson MD, Cass A, Johnson K, Bertram JF. A stereological study of glomerular number and volume: Preliminary findings in a multiracial study of kidneys at autopsy. *Kidney Int*. févr 2003;63:S31-7.

26. Hughson M, Farris AB, Douglas-Denton R, Hoy WE, Bertram JF. Glomerular number and size in autopsy kidneys: The relationship to birth weight. *Kidney Int.* juin 2003;63(6):2113-22.
27. Denic A, Mathew J, Lerman LO, Lieske JC, Larson JJ, Alexander MP, et al. Single-Nephron Glomerular Filtration Rate in Healthy Adults. *N Engl J Med.* 15 juin 2017;376(24):2349-57.
28. Nyengaard JR, Bendtsen TF. Glomerular number and size in relation to age, kidney weight, and body surface in normal man. *Anat Rec.* févr 1992;232(2):194-201.
29. Samuel T. Determinants of Glomerular Volume in Different Cortical Zones of the Human Kidney. *J Am Soc Nephrol.* 24 août 2005;16(10):3102-9.
30. Koike K, Ikezumi Y, Tsuboi N, Kanzaki G, Haruhara K, Okabayashi Y, et al. Glomerular Density and Volume in Renal Biopsy Specimens of Children with Proteinuria Relative to Preterm Birth and Gestational Age. *Clin J Am Soc Nephrol.* 3 avr 2017;12(4):585-90.

6. Annexes

```
. xi:reg kid_w_l i.sex height weight age_death, beta
i.sex          _Isex_0-1          (naturally coded; _Isex_0 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	725
Model	465125.408	4	116281.352	F(4, 720)	=	97.49
Residual	858789.833	720	1192.76366	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.3513
				Adj R-squared	=	0.3477
Total	1323915.24	724	1828.61221	Root MSE	=	34.536

kid_w_l	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Isex_1	-18.45199	3.623852	-5.09	0.000	-.1977451
height	.5607808	.183339	3.06	0.002	.129351
weight	.8787928	.0822967	10.68	0.000	.3812967
age_death	-.0424822	.0751087	-0.57	0.572	-.0176105
_cons	-.0117982	31.58292	-0.00	1.000	.

Tableau S1.
Influence du sexe, de l'âge, de la taille et du poids corporels sur le poids des reins gauche et droit

Poids rénal gauche (kid_w_l), poids rénal droit (kid_w_r), sexe masculin (0) et féminin (1), taille corporelle (height), poids corporel (weight) et âge des sujets (age_death).

```
. xi:reg kid_w_r i.sex height weight age_death, beta
i.sex          _Isex_0-1          (naturally coded; _Isex_0 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	725
Model	495233.28	4	123808.32	F(4, 720)	=	115.53
Residual	771568.532	720	1071.62296	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.3909
				Adj R-squared	=	0.3875
Total	1266801.81	724	1749.72626	Root MSE	=	32.736

kid_w_r	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Isex_1	-17.46708	3.434901	-5.09	0.000	-.1913634
height	.5116081	.1737795	2.94	0.003	.1206395
weight	.9727808	.0780057	12.47	0.000	.4314866
age_death	-.0146436	.0711925	-0.21	0.837	-.0062057
_cons	-8.708958	29.93616	-0.29	0.771	.

```
. xi:reg kid_length_l i.sex height weight age_death, beta
i.sex          _Isex_0-1          (naturally coded; _Isex_0 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	159
Model	49.1753644	4	12.2938411	F(4, 154)	=	9.08
Residual	208.51646	154	1.35400298	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.1908
				Adj R-squared	=	0.1698
Total	257.691824	158	1.63096091	Root MSE	=	1.1636

kid_length_l	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Isex_1	.2127808	.2690972	0.79	0.430	.0757882
height	.0245173	.0133727	1.83	0.069	.1896105
weight	.0242548	.0055349	4.38	0.000	.362779
age_death	.0064553	.0066887	0.97	0.336	.0743977
_cons	5.455224	2.39042	2.28	0.024	.

end of do-file

```
. do "C:\Users\saddidou\AppData\Local\Temp\STD00000000.tmp"
```

```
. xi:reg kid_length_r i.sex height weight age_death, beta
i.sex          _Isex_0-1          (naturally coded; _Isex_0 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	159
Model	51.0919778	4	12.7729944	F(4, 154)	=	9.22
Residual	213.335695	154	1.38529672	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.1932
				Adj R-squared	=	0.1723
Total	264.427673	158	1.67359287	Root MSE	=	1.177

kid_length_r	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Isex_1	.2197701	.2721891	0.81	0.421	.0772742
height	.0234321	.0135264	1.73	0.085	.1788953
weight	.0246802	.0055985	4.41	0.000	.3644111
age_death	-.0013504	.0067655	-0.20	0.842	-.0153643
_cons	5.769504	2.417886	2.39	0.018	.

Tableau S2.
Influence du sexe, de l'âge, de la taille et du poids corporels sur la longueur des reins gauche et droit

Longueur du rein gauche (kid_length_l), longueur du rein droit (kid_length_r), sexe masculin (0) et féminin (1), taille corporelle (height), poids corporel (weight) et âge des sujets (age_death).


```
. xi:reg logkid_w_l i.blooddegres sex age height weight, beta
i.blooddegres      _Iblooddegr_100-102 (naturally coded; _Iblooddegr_100 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	724
Model	21.5162874	6	3.5860479	F(6, 717)	=	80.39
Residual	31.9847501	717	.044609135	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.4022
				Adj R-squared	=	0.3972
Total	53.5010375	723	.073998669	Root MSE	=	.21121

logkid_w_l	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Iblooddegr_101	.1172453	.0228016	5.14	0.000	.2152164
_Iblooddegr_102	.0627386	.0234594	2.67	0.008	.1112648
sex	-.1331754	.0222664	-5.98	0.000	-.2241467
age_death	-.0004421	.0004624	-0.96	0.339	-.0288275
height	.0040408	.0011246	3.59	0.000	.1466161
weight	.0049413	.0005061	9.76	0.000	.337252
_cons	3.923268	.193479	20.28	0.000	.

```
. xi:reg logkid_w_r i.blooddegres sex age height weight, beta
i.blooddegres      _Iblooddegr_100-102 (naturally coded; _Iblooddegr_100 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	724
Model	24.2426565	6	4.04044274	F(6, 717)	=	93.62
Residual	30.9456373	717	.043159885	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.4393
				Adj R-squared	=	0.4346
Total	55.1882937	723	.076332356	Root MSE	=	.20775

logkid_w_r	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Iblooddegr_101	.1097123	.0224282	4.89	0.000	.1982863
_Iblooddegr_102	.0565164	.0230752	2.45	0.015	.098686
sex	-.1407383	.0219017	-6.43	0.000	-.2332267
age_death	-.000192	.0004548	-0.42	0.673	-.0123243
height	.0035804	.0011062	3.24	0.001	.1279083
weight	.0057727	.0004978	11.60	0.000	.3879285
_cons	3.878771	.1903102	20.38	0.000	.

```
. xi:reg logkid_w_l i.blooddegres sex age height weight, beta
i.blooddegres      _Iblooddegr_100-102 (naturally coded; _Iblooddegr_101 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	724
Model	21.5162874	6	3.5860479	F(6, 717)	=	80.39
Residual	31.9847501	717	.044609135	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.4022
				Adj R-squared	=	0.3972
Total	53.5010375	723	.073998669	Root MSE	=	.21121

logkid_w_l	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Iblooddegr_100	-.1172453	.0228016	-5.14	0.000	-.159844
_Iblooddegr_102	-.0545068	.0175571	-3.10	0.002	-.096666
sex	-.1331754	.0222664	-5.98	0.000	-.2241467
age_death	-.0004421	.0004624	-0.96	0.339	-.0288275
height	.0040408	.0011246	3.59	0.000	.1466161
weight	.0049413	.0005061	9.76	0.000	.337252
_cons	4.040513	.1947337	20.75	0.000	.

```
. xi:reg logkid_w_r i.blooddegres sex age height weight, beta
i.blooddegres      _Iblooddegr_100-102 (naturally coded; _Iblooddegr_101 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	724
Model	24.2426565	6	4.04044274	F(6, 717)	=	93.62
Residual	30.9456373	717	.043159885	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.4393
				Adj R-squared	=	0.4346
Total	55.1882937	723	.076332356	Root MSE	=	.20775

logkid_w_r	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Iblooddegr_100	-.1097123	.0224282	-4.89	0.000	-.1472698
_Iblooddegr_102	-.0531959	.0172696	-3.08	0.002	-.0928878
sex	-.1407383	.0219017	-6.43	0.000	-.2332267
age_death	-.000192	.0004548	-0.42	0.673	-.0123243
height	.0035804	.0011062	3.24	0.001	.1279083
weight	.0057727	.0004978	11.60	0.000	.3879285
_cons	3.988484	.1915444	20.82	0.000	.

```
. xi:reg logkid_w_l i.blooddegres sex age height weight, beta
i.blooddegres      _Iblooddegr_100-102 (naturally coded; _Iblooddegr_102 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	724
Model	21.5162874	6	3.5860479	F(6, 717)	=	80.39
Residual	31.9847501	717	.044609135	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.4022
				Adj R-squared	=	0.3972
Total	53.5010375	723	.073998669	Root MSE	=	.21121

logkid_w_l	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Iblooddegr_100	-.0627386	.0234594	-2.67	0.008	-.0855333
_Iblooddegr_101	.0545068	.0175571	3.10	0.002	.100053
sex	-.1331754	.0222664	-5.98	0.000	-.2241467
age_death	-.0004421	.0004624	-0.96	0.339	-.0288275
height	.0040408	.0011246	3.59	0.000	.1466161
weight	.0049413	.0005061	9.76	0.000	.337252
_cons	3.986006	.1944592	20.50	0.000	.

```
. xi:reg logkid_w_r i.blooddegres sex age height weight, beta
i.blooddegres      _Iblooddegr_100-102 (naturally coded; _Iblooddegr_102 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	724
Model	24.2426565	6	4.04044274	F(6, 717)	=	93.62
Residual	30.9456373	717	.043159885	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.4393
				Adj R-squared	=	0.4346
Total	55.1882937	723	.076332356	Root MSE	=	.20775

logkid_w_r	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Iblooddegr_100	-.0565164	.0230752	-2.45	0.015	-.0758636
_Iblooddegr_101	.0531959	.0172696	3.08	0.002	.0961425
sex	-.1407383	.0219017	-6.43	0.000	-.2332267
age_death	-.000192	.0004548	-0.42	0.673	-.0123243
height	.0035804	.0011062	3.24	0.001	.1279083
weight	.0057727	.0004978	11.60	0.000	.3879285
_cons	3.935288	.1912743	20.57	0.000	.

Tableau S3. Influence du degré de congestion ou de déplétion sanguine sur le poids des reins

Longueur rénale gauche (kid_length_l), longueur rénale droite (kid_length_r), sexe masculin (0) et féminin (1), taille corporelle (height), poids corporel (weight), âge des sujets (age_death), quantité de sang dans les reins (blooddegres): déplétion sanguine (100), congestion/stase sanguine (101), sans particularité c'est-à-dire sans signe de congestion ni déplétion sanguine (102).

```
. xi:reg kid_w_l i.comorbidities_ahnt, beta
i.comorbiditi~t _Icomorbidi_0-1 (naturally coded; _Icomorbidi_0 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=
Model	.046914566	1	.046914566	F(1, 729)	= 0.00
Residual	1343683.11	729	1843.1867	Prob > F	= 0.9960
				R-squared	= 0.0000
				Adj R-squared	= -0.0014
				Root MSE	= 42.932
Total	1343683.15	730	1840.66185		

kid_w_l	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Icomorbidi_1	-.023932	4.743618	-0.01	0.996	-.0001869
_cons	155.7261	1.701042	91.55	0.000	.

```
. xi:reg kid_w_r i.comorbidities_ahnt, beta
i.comorbiditi~t _Icomorbidi_0-1 (naturally coded; _Icomorbidi_0 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=
Model	10.0263285	1	10.0263285	F(1, 729)	= 0.01
Residual	1286770.83	729	1765.11773	Prob > F	= 0.9399
				R-squared	= 0.0000
				Adj R-squared	= -0.0014
				Root MSE	= 42.013
Total	1286780.85	730	1762.7135		

kid_w_r	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Icomorbidi_1	.3498614	4.642072	0.08	0.940	.0027914
_cons	147.3948	1.664628	88.55	0.000	.

Figure S4. Influence de l'hypertension artérielle sur le poids des reins.

Longueur rénale gauche (kid_length_l), longueur rénale droite (kid_length_r), sexe masculin (0) et féminin (1), taille corporelle (height), poids corporel (weight), âge des sujets (age_death), absence d'hypertension artérielle (comorbidities_ahnt : 0) et présence d'hypertension artérielle connue (comorbidities_ahnt : 1).

```
. xi:reg kid_w_l i.comorbidities_ahnt sex age height weight, beta
i.comorbiditi~t _Icomorbidi_0-1 (naturally coded; _Icomorbidi_0 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=
Model	464500.092	5	92900.0184	F(5, 718)	= 77.85
Residual	856810.909	718	1193.32996	Prob > F	= 0.0000
				R-squared	= 0.3515
				Adj R-squared	= 0.3470
				Root MSE	= 34.545
Total	1321311	723	1827.53942		

kid_w_l	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Icomorbidi_1	-1.323	3.974506	-0.33	0.739	-.0104093
sex	-18.56923	3.626633	-5.12	0.000	-.1991388
age_death	-.0381217	.0777596	-0.49	0.624	-.0158082
height	.5659398	.1835753	3.08	0.002	.1306259
weight	.874024	.0826719	10.57	0.000	.3792711
_cons	-.5007497	31.59383	-0.02	0.987	.

```
. xi:reg kid_w_r i.comorbidities_ahnt sex age height weight, beta
i.comorbiditi~t _Icomorbidi_0-1 (naturally coded; _Icomorbidi_0 omitted)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=
Model	494602.965	5	98920.5929	F(5, 718)	= 92.19
Residual	770379.05	718	1072.95132	Prob > F	= 0.0000
				R-squared	= 0.3910
				Adj R-squared	= 0.3868
				Root MSE	= 32.756
Total	1264982.01	723	1749.62934		

kid_w_r	Coef.	Std. Err.	t	P> t	Beta
_Icomorbidi_1	-1.615976	3.768711	-0.43	0.668	-.0129944
sex	-17.56865	3.438851	-5.11	0.000	-.1925576
age_death	-.008199	.0737333	-0.11	0.911	-.0034748
height	.5143964	.17407	2.96	0.003	.1213437
weight	.9701829	.0783913	12.38	0.000	.4302693
_cons	-9.041308	29.95795	-0.30	0.763	.