



OPEN ACCESS

HERAUSGEGEBEN VON
Martin Kumnig,
Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

BEGUTACHTET VON
Christina Papachristou,
Aristoteles-Universität Thessaloniki, Griechenland
Alexander Obbarius,
Charité - Universitätsmedizin Berlin, Deutschland

*KORRESPONDENZ
Dilek Akkus
akkus.dilek@mh-hannover.de

EINGEGANGEN 13. Oktober 2024
ANGENOMMEN 31. Dezember 2024
VERÖFFENTLICHT 30. Januar 2025

ZITIERWEISE
Akkus D, Westerberger A, Einecke G, Gwinner W,
Tegtbur U, Nöhre M and de Zwaan M (2025)
Fatigue in living kidney donors compared to a
German general population sample: an exploratory
study. *Front. Psychiatry* 15:1510738.
doi: 10.3389/fpsy.2024.1510738

URHEBERRECHT
© 2025 Akkus, Westerberger, Einecke, Gwinner,
Tegtbur, Nöhre und de Zwaan. Dieser Open-
Access-Artikel steht unter der Creative-Commons-
Lizenz Namensnennung (CC BY). Die Nutzung,
Verbreitung oder Vervielfältigung in anderen Foren
ist gestattet, sofern die ursprünglichen Autoren und
Urheberrechtsinhaber genannt werden und die
Originalveröffentlichung in dieser Zeitschrift gemäß
anerkannter wissenschaftlicher Praxis zitiert wird.
Nutzungen, Verbreitungen oder Vervielfältigungen,
die diesen Bedingungen nicht entsprechen, sind
nicht gestattet.

Fatigue bei Nierenlebenspendern im Vergleich zu einer Stichprobe der deutschen Allgemeinbevölkerung: eine explorative Studie

Dilek Akkus^{1*}, Adrian Westerberger¹, Gunilla Einecke^{2,3}, Wilfried
Gwinner³, Uwe Tegtbur⁴, Mariel Nöhre¹ und Martina de Zwaan¹

¹Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover,
Deutschland, ²Klinik für Nephrologie und Rheumatologie, Universitätsmedizin Göttingen, Göttingen,
Deutschland, ³Klinik für Nieren- und Hochdruckerkrankungen, Medizinische Hochschule Hannover,
Hannover, Deutschland, ⁴Klinik für Rehabilitations- und Sportmedizin, Medizinische Hochschule Hannover,
Hannover, Deutschland

Hintergrund: Klinische Studien haben nicht abschließend geklärt, ob sich die Fatigue-
Werte von Nierenlebenspendern nach der Spende grundsätzlich von denen in
Stichproben der Allgemeinbevölkerung unterscheiden. Zudem sind die Zusammenhänge
zwischen soziodemografischen und spenderspezifischen Faktoren und Fatigue bei
Spendern unzureichend verstanden.

Patienten und Methoden: Die Fatigue-Werte von 358 Nierenlebenspendern wurden im
Mittel 7.67 Jahre nach der Spende in fünf Altersgruppen, getrennt nach Geschlecht, mit
denen von 1896 Personen aus der deutschen Allgemeinbevölkerung verglichen. Fatigue
wurde mit dem Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-20) erfasst. Berechnet wurden
die Zusammenhänge der fünf MFI-20-Subskalen mit den soziodemografischen Variablen
Geschlecht, Alter und Bildung sowie in der Spenderstichprobe zusätzlich mit den Jahren
seit der Spende. Ferner wurden Zusammenhänge zwischen spenderspezifischen
Variablen und dem Fatigue-Ausmaß analysiert.

Ergebnisse: Insgesamt wiesen Spender niedrigere Fatigue-Werte als die
Bevölkerungsstichprobe auf. Insbesondere die Altersgruppe 65-74 Jahre und die
darüberliegende Altersgruppe berichteten signifikant niedrigere Fatigue-Werte. Eine
signifikante Ausnahme bildeten Frauen im Alter von 45-54 Jahren: Spenderinnen hatten
signifikant höhere Werte für Allgemeine Fatigue als die entsprechende Untergruppe der
Allgemeinbevölkerung. Multiple Regressionsanalysen in der Bevölkerungsstichprobe
zeigten Zusammenhänge von weiblichem Geschlecht und höherem Alter mit höheren
Werten auf den meisten MFI-20-Subskalen; Personen mit höherer Bildung wiesen
dagegen meist niedrigere Fatigue-Werte auf. In der Spendergruppe waren diese
Zusammenhänge von geringer Bedeutung. Auch die Jahre seit der Spende, Partnerschaft
und Empfängergruppe standen nicht in starkem Zusammenhang mit Fatigue. Höhere
Fatigue bei Spendern war jedoch mit stärkerem Bereuen der Spende, einer negativeren
Beziehung zum Empfänger, einem negativer wahrgenommenen Gesundheitszustand des
Empfängers, weniger wahrgenommener familiärer Unterstützung und größerer finanzieller
Belastung verbunden.

Schlussfolgerung: Fatigue ist insbesondere bei älteren Spendern seltener. Die in der Allgemeinbevölkerungsstichprobe ermittelten Prädiktoren für Fatigue scheinen bei Spendern von geringer Bedeutung zu sein. Spenderinnen mittleren Alters könnten jedoch anfälliger für die Entwicklung von Fatigue sein. Bei dieser Gruppe könnte vor und nach der Spende eine eingehendere Abklärung erforderlich sein, um die zugrunde liegenden Faktoren rechtzeitig zu erkennen und zu behandeln.

SCHLÜSSELWÖRTER

Nierenlebenspende, Fatigue, MFI-20, Geschlecht, Alter, Bildung, Allgemeinbevölkerungsstichprobe

1 Einleitung

Derzeit warten in Deutschland über 8000 Menschen auf ein Spenderorgan; die Wartezeit auf eine Niere beträgt im Durchschnitt acht bis zehn Jahre (1). Im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern wie Spanien ist die Zahl der Organspender in Deutschland vergleichsweise gering, sodass nur begrenzt Organe verfügbar sind. Die Nierentransplantation gehört zu den wenigen Transplantationsarten, die mit einem Lebendspender durchgeführt werden können, und gewinnt im deutschen Gesundheitswesen zunehmend an Bedeutung. Im Jahr 2022 wurden in Deutschland 1966 Nierentransplantationen durchgeführt, davon 535 (27,21%) mit Organen von Lebendspendern (1). Nach deutschem Recht ist eine enge emotionale Verbundenheit zwischen Spender und Empfänger erforderlich; nicht gerichtete altruistische Spenden sind verboten (2). Diese gesetzlichen Einschränkungen begrenzen den Kreis potenzieller Lebendspender und können zu anderen Spenderkollektiven führen als in Studien aus anderen Ländern. Weltweit ist die Nierentransplantation für die meisten Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz (ESRD), einem zunehmenden Gesundheitsproblem, die optimale Behandlung (3, 4). Jährlich werden mehr als 20000 Nierenlebenspenden durchgeführt (5). Der Anteil der Nierenlebenspenden unterscheidet sich zwischen den Ländern erheblich (3).

Obwohl potenzielle Nierenlebenspenden (LKD) in Deutschland umfassend körperlich und psychosozial untersucht werden, ist die Lebenspende kein risikofreier Eingriff. LKD haben ein nur geringfügig erhöhtes Risiko für eine schwere chronische Nierenerkrankung (CKD) und eine terminale Niereninsuffizienz (ESRD).

Fatigue nach Operationen, einschließlich der Spendernephrektomie, ist häufig und klinisch zu erwarten (4, 6–11). Während die Fatigue-Werte bei den meisten LKD einige Monate nach der Operation wieder das Ausgangsniveau erreichen (6, 12), bleiben sie bei einigen gegenüber den Werten vor der Spende erhöht (z. B. 1, 6, 12 oder bis zu 24 Monate nach der Spende) (6–8, 10, 13, 14), selbst wenn die Fatigue-Werte nach der Spende insgesamt noch mit denen von Kontrollstichproben vergleichbar sind. Rodrigue et al. (6) berichteten bei 12% ihrer Stichprobe von 189 LKD über eine bis 24 Monate nach der Spende anhaltende klinisch relevante Fatigue. Eine kürzlich veröffentlichte deutsche Multizenterstudie berichtete zwölf Monate nach der Spende über signifikant höhere postoperative Werte für Mentale Fatigue bei LKD als in der Allgemeinbevölkerung (10), während die mittlere mentale Fatigue vor der Spende niedriger war als in der deutschen Allgemeinbevölkerung. Dies steht im Einklang mit

mehreren Studien, die zeigen, dass LKD üblicherweise eine sehr gesunde Population darstellen (15). Leider sind Daten zu Fatigue als möglicher Komplikation der Nierenlebenspende weiterhin spärlich. Zudem fehlen alters- und geschlechtsbezogene Vergleiche von LKD mit Nichtspendern, was belastbare Aussagen im Vergleich mit bevölkerungsbasierten Studien erschwert (13, 16). Auch zu den Zusammenhängen sozioökonomischer Variablen wie Alter und Geschlecht mit den Fatigue-Werten von LKD wurden uneinheitliche Ergebnisse berichtet. Beispielsweise fanden sich negative (7) oder keine Zusammenhänge (4, 9) zwischen Alter und Fatigue-Werten sowie positive (4, 16) oder keine Zusammenhänge (6) zwischen weiblichem Geschlecht und Fatigue-Werten. Weitere Forschung zu Faktoren, die Fatigue bei LKD beeinflussen, wird als notwendig erachtet (8).

Diese Studie soll einen explorativen Überblick über das Ausmaß der Fatigue bei LKD im Vergleich mit einer Allgemeinbevölkerungsstichprobe geben und Unterschiede zwischen Alters- und Geschlechtsgruppen aufzeigen. Damit kann sie zu einem besseren Verständnis von Fatigue in dieser Population beitragen. Die Fatigue-Werte einer großen deutschen LKD-Stichprobe wurden mithilfe des Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-20) nach Alter und Geschlecht mit denen einer repräsentativen deutschen Bevölkerungsstichprobe verglichen.

Zusätzlich wurden die Zusammenhänge des MFI-20-Gesamtwerts und seiner fünf Dimensionen mit den soziodemografischen Variablen Geschlecht, Alter und Bildung sowie in der Spenderstichprobe auch mit den Jahren seit der Spende berechnet. Untersucht wurden außerdem Zusammenhänge zwischen Fatigue und spenderspezifischen Variablen: Beziehungsqualität zum Empfänger, Empfängergruppe, Partnerschaftsstatus, finanzielle Situation, Gefühl, zur Spende gedrängt worden zu sein, Bedauern der Spende, Entscheidung zur Spende, Reaktion der Familie nach der Spende sowie wahrgenommener Gesundheitszustand des Empfängers. Darüber hinaus untersuchten wir auf Grundlage früherer Studien (10) mögliche Schwellenwerte für klinisch relevante Fatigue, indem wir Spenderwerte mit standardisierten Schwellenwerten aus der Allgemeinbevölkerungsstichprobe verglichen.

2 Material und Methoden

2.1 Stichprobengewinnung

Der LKD-Datensatz basiert auf einer Stichprobe von 361 Personen, die aus der Datenbank der Medizinischen Hochschule Hannover zwischen dem 30. Juli 2016

und dem 1. Juli 2017 zusammengestellt wurde. Einschlusskriterium war ein Abstand von mindestens einem Jahr seit der Spende (Spendezeitraum 1978-2016) (17, 18). Mit schriftlichen Papier- und Bleistift-Befragungen wurden demografische und spenderspezifische Angaben sowie mehrere standardisierte Fragebögen erhoben, darunter das Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-20) (19, 20). Nach bis zu drei Kontaktversuchen antworteten 60% der Spender. Die Ethikkommission der Medizinischen Hochschule Hannover genehmigte die Studie (Nr. 3252-2016); alle Patienten erteilten ihre schriftliche Einwilligung nach Aufklärung.

Als Vergleichsstichprobe dient in dieser Studie eine Stichprobe der deutschen Bevölkerung mit 2509 Teilnehmenden. Diese wurden zwischen dem 2. Oktober und dem 12. Dezember 2021 über ein Markt- und Sozialforschungsinstitut (USUMA GmbH, Berlin, Deutschland) rekrutiert. Die Studienpopulation ist eine nach Geschlecht, Alter und regionaler Verteilung (16 Bundesländer) geschichtete Zufallsstichprobe von in Deutschland amtlich gemeldeten Personen ab 16 Jahren. Der Datensatz umfasst soziodemografische Variablen und weitere standardisierte Fragebögen, die in persönlichen Befragungen durch geschulte Interviewer sowie mittels selbst ausgefüllter Papier- und Bleistift-Fragebögen wie dem MFI-20 erhoben wurden. Alle Befragten erteilten gemäß der Deklaration von Helsinki ihre Einwilligung nach Aufklärung. Die Ethikkommission der Universität Leipzig genehmigte die Studie (298/21-ek). Weitere Einzelheiten zu den Stichproben finden sich in früheren Veröffentlichungen (17, 18, 20). Die vorliegende Studie konzentriert sich auf die Ergebnisse des Fatigue-Fragebogens MFI-20.

2.2 Erhebungsinstrumente

2.2.1 Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-20)

Das Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-20) (19) ist eines der in Europa am häufigsten eingesetzten Instrumente zur Erfassung von Fatigue und wurde in mehreren Studien ausdrücklich zur Messung von Fatigue nach Nierenlebenspende verwendet (11, 13, 14, 21, 22). Der MFI-20 umfasst 20 Items in den fünf Subskalen Allgemeine Fatigue, Körperliche Fatigue, Mentale Fatigue, Reduzierte Motivation und Reduzierte Aktivität. Diese Dimensionen entsprechen faktorenanalytisch gebildeten Subskalen (19). Fatigue kann sich in einer allgemeinen Aussage zur eigenen Funktionsfähigkeit wie „Ich fühle mich ausgeruht“ (Allgemeine Fatigue) oder in körperlichen Empfindungen im Zusammenhang mit dem Erleben von Fatigue (Körperliche Fatigue) ausdrücken. Der Begriff Fatigue bezeichnet auch kognitive Symptome wie Konzentrationsschwierigkeiten (Mentale Fatigue), fehlende Motivation für Aktivitäten (Reduzierte Motivation) und Einschränkungen der Aktivität einer Person (Reduzierte Aktivität) (19). Jede Subskala besteht aus vier Items mit Antwortmöglichkeiten auf einer fünfstufigen Likert-Skala von eins bis fünf (von vollständiger Zustimmung bis „trifft überhaupt nicht zu“). Die Werte reichen bei den Subskalen von 4 bis 20 und beim MFI-Gesamtwert von 20 bis 100. Höhere Werte zeigen eine stärker ausgeprägte Fatigue an. Unabhängige Übersetzer übertrugen die englische Originalfassung dieser Skala in Zusammenarbeit mit den Entwicklern des MFI-20 ins Deutsche (23). Westerberger und Kollegen (20) berichten auf Grundlage der deutschen Allgemeinbevölkerungsstichprobe über zufriedenstellende psychometrische Eigenschaften des MFI-20, einschließlich Reliabilität und konvergenter Validität.

2.2.2 Spenderspezifische Fragen

Die Teilnehmenden beantworteten auch spenderspezifische Fragen zu Faktoren wie wirtschaftlicher Situation (überwiegend negativ/unverändert/überwiegend positiv), Bedauern der Spende (überhaupt nicht/gewisse Zweifel), Gefühl, zur Spende gedrängt worden zu sein (überhaupt nicht/zumindest etwas), Entscheidung zur Spende (leicht/neutral/schwierig), wahrgenommenem Behandlungsergebnis des Empfängers (überwiegend negativ/neutral/überwiegend positiv), Beziehung (überwiegend negativ/neutral/überwiegend positiv) und Veränderung der Beziehungsqualität zum Empfänger nach der Spende (überwiegend negativ/neutral/überwiegend positiv), Empfängergruppe (Ehepartner/Familie/sonstige) sowie Anerkennung durch die Familie nach der Spende (überwiegend negativ/neutral/überwiegend positiv).

2.3 Datenaufbereitung

Datenanalysen und Datenaufbereitung erfolgten mit R (Version 4.2.2). Umgekehrt gepolte Items wurden vor weiteren Analysen umkodiert, damit höhere Werte bei allen Items durchgängig eine stärkere Fatigue anzeigen. Entsprechend der Empfehlung von Schwartz et al. (22) wurden Summenwerte für die fünf MFI-20-Subskalen und ein MFI-20-Gesamtwert berechnet. Aufgrund der bereits beschriebenen Alters- und Geschlechtsabhängigkeit der Fatigue-Werte wurden Subgruppenvergleiche durchgeführt, um Unterschiede zwischen Personen ähnlichen Alters und gleichen Geschlechts zu untersuchen (4, 22). Nach Westerberger et al. (20) wurden in beiden Stichproben sieben Altersgruppen gebildet (≤ 24 , 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74 und > 74 Jahre), unterteilt nach selbst angegebenem Geschlecht (männlich und weiblich). Da in der Spenderpopulation keine Personen unter 24 Jahren und nur drei Personen im Alter von 25-34 Jahren vertreten waren, wurden diese beiden Altersgruppen in beiden Stichproben von der Analyse ausgeschlossen (Ergänzungstabelle S1). Der Datensatz der Allgemeinbevölkerungsstichprobe enthält drei Personen mit diversem Geschlecht, die ebenfalls aus allen Analysen ausgeschlossen wurden. Die endgültigen Datensätze umfassten 358 LKD und 1896 Personen aus der Allgemeinbevölkerung. MFI-20-Summenwerte wurden nur berechnet, wenn die für die jeweilige Subskala bzw. den Gesamtwert erforderlichen Daten vollständig vorlagen. Personen mit fehlenden Items in einer Subskala wurden jedoch nicht automatisch aus weiteren Subskalenvergleichen ausgeschlossen, sofern für diese Subskalen vollständige Werte vorlagen. Die genauen Anworthäufigkeiten sind in Ergänzungstabelle S2 im Anhang angegeben. Insgesamt war der Anteil fehlender Werte gering.

Anhand der hier verwendeten Datensätze berechneten wir außerdem für jede MFI-20-Subskala, bei wie vielen LKD die Fatigue-Werte mehr als eine bzw. zwei Standardabweichungen über dem mittleren Fatigue-Wert der Allgemeinbevölkerungsstichprobe lagen (Ergänzungstabelle S8). Dies kann als Ausgangspunkt dienen, um in künftigen Studien Grenzwerte für klinisch relevante Fatigue abzuleiten. In der Studie von Suwelack et al. (10) wurde von klinisch relevanten Fatigue-Symptomen ausgegangen, wenn der Fatigue-Wert mehr als eine Standardabweichung über dem Wert der deutschen Allgemeinbevölkerungsstichprobe lag. Dabei ist zu beachten, dass diese Definition zu einer Überschätzung der klinischen Relevanz führen kann. Deshalb berechneten wir zusätzlich die Überschreitung von zwei Standardabweichungen, um das Risiko einer solchen Überschätzung zu verringern.

2.4 Statistische Analyse

Unterschiede in den einzelnen Subskalen zwischen Spendern und der Allgemeinbevölkerungsstichprobe wurden nach Alter und Geschlecht verglichen (Analysen zwischen den Gruppen). Da die MFI-20-Werte nicht normalverteilt waren und sich die Stichprobengrößen der Spender und der Allgemeinbevölkerung unterschieden, wurde der Wilcoxon-Mann-Whitney-U-Test angewandt. Die Effektstärken wurden als Cohen's d mit 95%-Konfidenzintervall berechnet und nach Cohen (24) interpretiert: $d > .20$ (schwacher Effekt), $d > .50$ (mittlerer Effekt), $d > .80$ (starker Effekt), da die Gruppengrößen stark voneinander abweichen.

Darüber hinaus wurden für die Spenderstichprobe und die Allgemeinbevölkerungsstichprobe getrennt zwei multiple lineare Regressionsanalysen durchgeführt, um die Zusammenhänge zwischen soziodemografischen Variablen und den MFI-20-Werten aufzuschlüsseln (Analysen innerhalb der Gruppen). Als unabhängige Variablen dienten Alter, Geschlecht, Bildung und bei den Spendern die Jahre seit der Spende. Alter und Jahre seit der Spende waren numerische, Geschlecht und Bildung binäre kategoriale Variablen. Für die Variable Bildung (Spenderstichprobe: 5 Stufen, Allgemeinbevölkerungsstichprobe: 9 Stufen) wurde der höchste Schulabschluss in Abitur (ja/nein) dichotomisiert. Zusätzlich zu den Hauptanalysen wurden für die MFI-20-Subskalen Interaktionseffekte zwischen Alter und Zeit seit der Spende berechnet, um mögliche Wechselwirkungen dieser Variablen auf die Fatigue-Werte zu untersuchen.

Mit dem Regressionskoeffizienten β wurde der Effekt dieser Variablen auf die MFI-20-Subskalen und den MFI-20-Gesamtwert berechnet. Das Signifikanzniveau wurde für alle Analysen einheitlich auf 5% (zweiseitig) festgelegt. Wegen des explorativen Studiencharakters erfolgte keine Korrektur für multiples Testen. Die Bestimmtheitsmaße R^2 wurden nach Cohen (24) bewertet: schwache Varianzaufklärung $|R^2| = .02$, mittlere Varianzaufklärung $|R^2| = .13$, starke Varianzaufklärung $|R^2| = .26$.

Zusätzlich wurden univariate nichtparametrische Analysen durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen spenderspezifischen Fragen und der Fatigue-Ausprägung bei LKD zu untersuchen.

3 Ergebnisse

3.1 Merkmale der LKD- und der Allgemeinbevölkerungsstichprobe

Spendern, die den Fragebogen nicht zurücksandten, unterschieden sich hinsichtlich Alter [55.0 (SD 8.4) gegenüber 55.9 (SD 8.0) Jahren], Geschlecht (Frauenanteil 65.9% gegenüber 64.1%) und Organempfängergruppe nicht signifikant von den antwortenden Spendern. Bei Teilnehmenden lag die Spende länger zurück als bei Nichtteilnehmenden [8.24 (SD 5.2) gegenüber 7.1 (SD 5.2) Jahren; $T = -2.297$ ($df = 477$), $p = 0.022$] (18).

$N = 128$ (35.75%) der LKD waren männlich und $n = 230$ (64.25%) weiblich (deskriptive Statistik in Tabelle 1). Das mittlere Alter bei der Spende betrug 58.57 Jahre (SD 9.71), die mittlere Zeit seit der Spende 7.67 Jahre (SD 5.72). Ergänzende Tabelle S3 enthält genauere Angaben zur Variable Jahre seit der Spende und zu den Nierenempfängern für die Spenderuntergruppen. Die

TABELLE 1 Merkmale der deutschen Allgemeinbevölkerungs- und LKD-Stichprobe für den Vergleich zwischen den Gruppen.

	Gesamtstichprobe	Allgemeinbevölkerungsstichprobe	LKD-Stichprobe
Altersverteilung (zum Untersuchungszeitpunkt)			
n	2254	1896	358
M	57.29	57.05	58.57
SD	12.77	13.25	9.71
Spanne (Min, Max)	35-95	35-95	35-87
IQR	48-67	46-67	52-66
Median	57	56	58
Geschlecht			
Männlich	1069 (47.43%)	941 (49.63%)	128 (35.75%)
Weiblich	1185 (52.57%)	955 (50.37%)	230 (64.25%)
Bildungsniveau			
Abitur	485 (21.52%)	394 (20.78%)	91 (25.42%)
Kein Abitur	1768 (78.44%)	1502 (79.22%)	266 (74.3%)
NA	1 (0.04%)	NA	1 (0.28%)
Jahre seit der Spende			
M			7.67
SD			5.72
Spanne (Min, Max)			0-38
IQR			3.25-11
Median			7

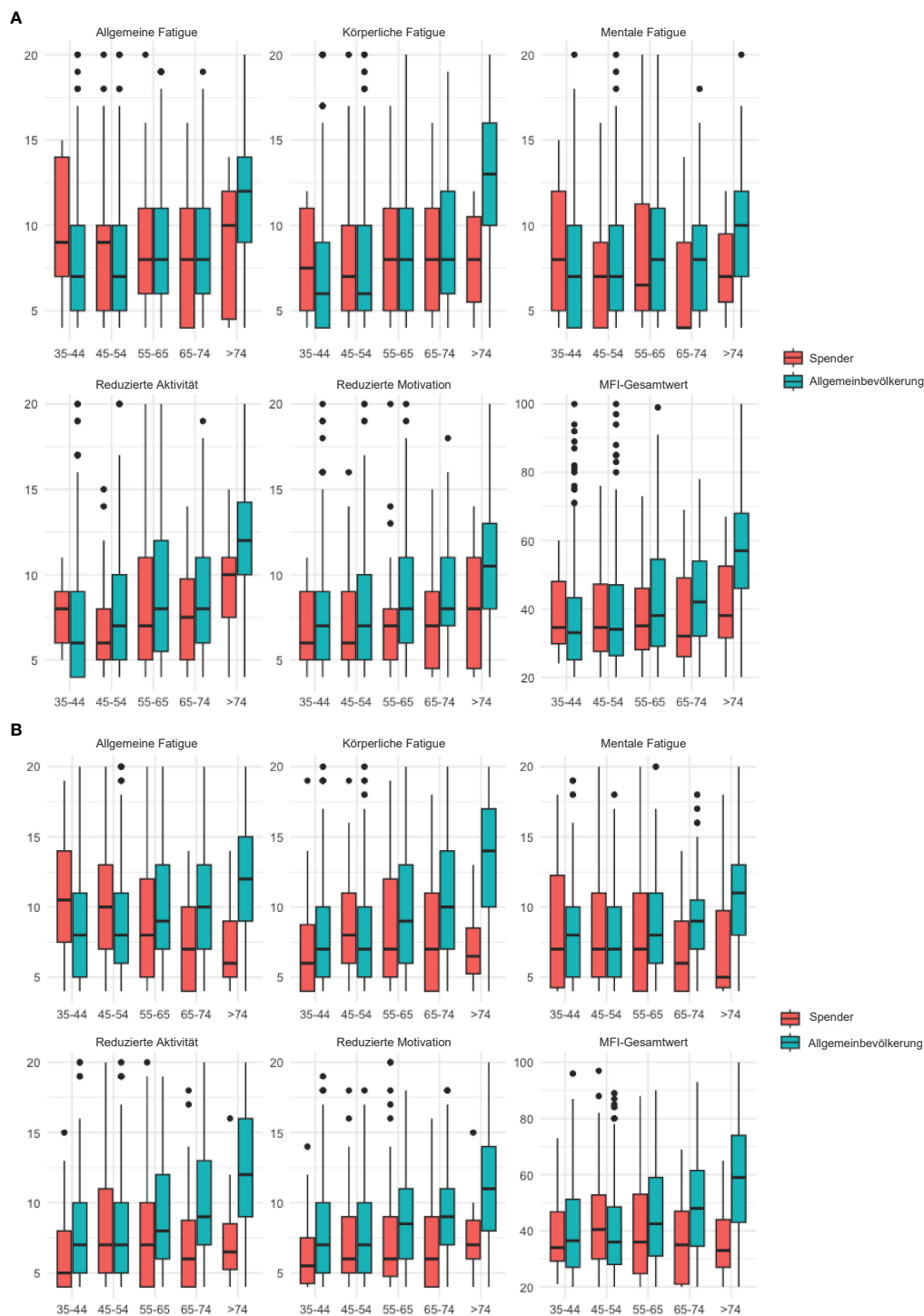
IQR, Interquartilsabstand; M, Mittelwert; SD, Standardabweichung.

Zeit seit der Spende ist bei älteren Spendern im Allgemeinen länger als bei jüngeren. Innerhalb der Altersgruppen ist die Zahl der Jahre seit der Spende bei Männern und Frauen vergleichbar. Die meisten Nierenempfänger waren Töchter/Söhne der Spender [$n = 162$ (44.88%)], gefolgt von Ehepartnern [$n = 135$ (37.40%)] und Geschwistern [$n = 38$ (10.53%)] (Ergänzende Tabelle S3). Von den LKD gaben 91 (25.42%) an, das Abitur zu haben, während $n = 266$ (74.30%) andere Abschlüsse oder keinen Schulabschluss hatten.

Die Allgemeinbevölkerungsstichprobe besteht aus 941 (49.63%) Männern und 955 (50.37%) Frauen mit einem mittleren Alter von insgesamt 57.05 Jahren (SD 13.25). Ähnlich wie in der Spendergruppe haben mindestens $n = 394$ (20.78%) der Befragten das Abitur, während 1502 (79.22%) einen anderen oder keinen Schulabschluss angeben.

3.2 Vergleich zwischen LKD und der Allgemeinbevölkerungsstichprobe

Die Fatigue-Werte der Gesamtstichproben und nach Geschlecht und Alter stratifiziert sind in den Ergänzenden Tabellen S4-S7 dargestellt. Abbildungen 1A, B liefern zusätzliche Informationen zur deskriptiven Verteilung der

**ABBILDUNG 1**

(A) Männer. (B) Frauen. Boxplots der MFI-20-Subskalen nach Alter und Geschlecht für die Spender- und Allgemeinbevölkerungsstichprobe. Signifikante Vergleiche finden sich in den Ergänzenden Tabellen S5, S7. Boxplot für jede MFI-20-Subskala nach Geschlecht und Altersgruppen (Jahre). Die Y-Achse zeigt Fatigue-Werte (Subskalenbereich: 4-20). Die horizontale Linie kennzeichnet den Median, die Box das untere bis obere Quartil. Die Whisker reichen bis zum letzten Datenpunkt über dem 1.5-Fachen des Interquartilsabstands; Kreise kennzeichnen Ausreißer außerhalb dieses Bereichs.

Fatigue-Werte. Insgesamt waren die Fatigue-Werte der LKD in allen MFI-20-Subskalen und im MFI-Gesamtwert mit Ausnahme der „Allgemeinen Fatigue“ signifikant niedriger als in der Bevölkerungsstichprobe. Diese Unterschiede waren besonders ausgeprägt in der

Altersgruppe 65-74 Jahre und darüber bei beiden Geschlechtern. In jüngeren Altersgruppen fanden wir keine signifikanten Unterschiede zwischen LKD und der Bevölkerungsstichprobe. Eine Ausnahme bildeten Spenderinnen im Alter von 45-54 Jahren, die signifikant höhere Werte für „Allgemeine

Fatigue“ ($p < 0.001$) aufwiesen als die entsprechende Vergleichsgruppe. Die Effektstärken nach Cohen's d entsprechen mittleren bis starken Effekten (Ergänzende Tabelle S7).

3.3 Spender mit Werten zwei Standardabweichungen über den Mittelwerten der Allgemeinbevölkerungsstichprobe

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Anzahl der Teilnehmenden, die in der jeweiligen Geschlechtskategorie zwei Standardabweichungen über dem Bevölkerungsmittelwert lagen. Deskriptiv deuten die Befunde auf einen ausgeprägten Unterschied zwischen Männern und Frauen hin, insbesondere in den MFI-20-Subskalen „Reduzierte Aktivität“ und „Mentale Fatigue“ sowie im MFI-20-Gesamtwert.

3.4 Analysen innerhalb der Gruppen

In der Allgemeinbevölkerungsstichprobe (Tabelle 3) waren weibliches Geschlecht und höheres Alter signifikant mit höheren Fatigue-Werten verbunden, während Personen mit höherer Bildung in den meisten Subskalen signifikant niedrigere Fatigue-Werte aufwiesen. Das adjustierte R^2 der Modelle lag zwischen 0.03 und 0.14. Die höchste Erklärungskraft fand sich für „Körperliche

Fatigue“, „Reduzierte Aktivität“ und den MFI-20-Gesamtwert. Nach Cohen (24) entsprechen diese Werte insgesamt einer mittleren Varianzaufklärung.

In der LKD-Stichprobe (Tabelle 4) war das Alter negativ mit den Subskalen „Allgemeine Fatigue“ und „Mentale Fatigue“ assoziiert. Die Jahre seit der Spende waren positiv mit der Subskala „Körperliche Fatigue“ assoziiert. Die Varianzaufklärung der multiplen Regression war jedoch schwach (24); die adjustierten R^2 -Werte lagen zwischen -0.00 und 0.05 . Die Berechnung der Interaktionseffekte zwischen Alter und Zeit seit der Spende ergab für keine MFI-20-Subskala statistisch signifikante Ergebnisse (alle $p > 0.05$) (Ergänzende Tabelle S9).

Es bestand kein Zusammenhang zwischen der Fatigue-Ausprägung und einer aktuellen Partnerschaft, der Empfängergruppe, dem Gefühl, zur Spende gedrängt worden zu sein, oder der Schwierigkeit der Spendeentscheidung. Signifikante Zusammenhänge fanden sich mit dem Bereuen der Spende, der Beziehung zum Empfänger und deren Veränderung, der wahrgenommenen Gesundheit des Empfängers, der finanziellen Situation und der wahrgenommenen familiären Unterstützung nach der Spende (Tabelle 5).

4 Diskussion

Insgesamt wiesen LKD eine geringere Fatigue-Ausprägung auf als eine Allgemeinbevölkerungsstichprobe. Dies zeigte sich besonders in älteren Altersgruppen (> 65 Jahre): Während die Fatigue-Ausprägung bei LKD stabil blieb, nahm sie in der Allgemeinbevölkerungsstichprobe tendenziell zu. Eine Ausnahme bildeten weibliche LKD im Alter von 45-54 Jahren, die signifikant höhere Werte für Allgemeine Fatigue aufwiesen als die entsprechende Altersgruppe der Allgemeinbevölkerungsstichprobe. In der Allgemeinbevölkerungsstichprobe waren Alter, Geschlecht und Bildung signifikant mit der Fatigue-Ausprägung verbunden, insbesondere hinsichtlich Körperlicher Fatigue, Reduzierter Aktivität und MFI-20-Gesamtwert. Für LKD traf dies jedoch nicht zu, auch unter Berücksichtigung der Zeit seit der Spende und einer Interaktion zwischen Alter und Jahren seit der Spende.

Bei einer mittleren Zeit von 7.67 Jahren seit der Spende zeigte die vorliegende Studie überwiegend niedrigere Fatigue-Werte der Spender als in der jeweiligen Geschlechts- und Altersgruppe der deutschen Allgemeinbevölkerung.

TABELLE 2 Spender mit Werten 2 SD über dem Mittelwert der Allgemeinbevölkerung, nach Geschlecht.

	Männlich, N (%)	Weiblich, N (%)
Allgemeine Fatigue	5 (4.13%)	13 (6.34%)
Körperliche Fatigue	3 (2.48%)	8 (3.9%)
Reduzierte Aktivität	1 (0.83%)	11 (5.37%)
Reduzierte Motivation	2 (1.65%)	8 (3.9%)
Mentale Fatigue	6 (4.96%)	19 (9.27%)
MFI-20-Gesamtwert	1 (0.83%)	10 (4.88%)

Absolute Anzahl der Spender mit Werten 2 SD über der Allgemeinbevölkerung. Männer: $n = 121$ (7 fehlend), Frauen: $n = 205$ (25 fehlend).

TABELLE 3 Regressionskoeffizienten (mit Standardfehler des Schätzers in Klammern) der multiplen linearen Regressionsanalyse für die Allgemeinbevölkerungsstichprobe.

	Allgemeine Fatigue	Körperliche Fatigue	Reduzierte Aktivität	Reduzierte Motivation	Mentale Fatigue	MFI-Gesamtwert
Konstante	4.51*** (0.41)	2.05*** (0.44)	3.21*** (0.42)	4.76*** (0.36)	5.76*** (0.37)	20.32*** (1.80)
Geschlecht (weiblich)	0.78*** (0.17)	0.58** (0.19)	0.24 (0.18)	0.20 (0.16)	0.44** (0.16)	2.26** (0.78)
Alter	0.08*** (0.01)	0.12*** (0.01)	0.10*** (0.01)	0.07*** (0.01)	0.04*** (0.01)	0.40*** (0.03)
Bildung (Abitur)	-0.39 (0.22)	-0.63** (0.23)	-0.68** (0.22)	-0.81*** (0.19)	-0.54** (0.20)	-3.07** (0.96)
Adjustiertes R^2	0.08	0.14	0.11	0.08	0.03	0.10
n	1894	1892	1891	1892	1893	1891

Koeffizienten mit $p < 0.05$ sind fett dargestellt.
*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$.

TABELLE 4 Regressionskoeffizienten (mit Standardfehler des Schätzers in Klammern) der multiplen linearen Regressionsanalyse für die Spenderstichprobe.

	Allgemeine Fatigue	Körperliche Fatigue	Reduzierte Aktivität	Reduzierte Motivation	Mentale Fatigue	MFI- Gesamtwert
Konstante	14.36*** (1.43)	9.50*** (1.35)	7.42*** (1.32)	6.52*** (1.14)	10.21*** (1.38)	44.93*** (5.81)
Geschlecht (weiblich)	0.53 (0.46)	0.06 (0.44)	0.27 (0.43)	0.04 (0.37)	0.29 (0.45)	2.14 (1.87)
Alter	-0.10*** (0.02)	-0.03 (0.02)	-0.00 (0.02)	0.01 (0.02)	-0.05* (0.02)	-0.14 (0.10)
Bildung (Abitur)	-0.95 (0.50)	-0.50 (0.48)	-0.44 (0.47)	-0.58 (0.40)	-0.78 (0.49)	-2.69 (2.03)
Jahre seit der Spende	0.04 (0.04)	0.08* (0.04)	0.05 (0.04)	0.06 (0.03)	0.03 (0.04)	0.32 (0.16)
Adjustiertes R ²	0.05	0.01	-0.00	0.01	0.01	0.01
n	342	345	343	348	349	325

Koeffizienten mit $p < 0.05$ sind fett dargestellt.
 *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$.

Dies überrascht nicht, da LKD eine stark selektierte Gruppe bilden; die Ergebnisse stimmen mit mehreren früheren Studien überein. LKD-Kandidaten werden umfassend medizinisch und psychologisch untersucht, wodurch potenzielle Spender mit eingeschränkter Gesundheitsvorsorgeuntersuchung vor der Spende ausgeschlossen werden (4, 10, 21, 25-27). Eine niederländische

Follow-up-Studie über zehn Jahre ($n = 74$) ergab unabhängig von Subgruppenanalysen, dass LKD postoperativ höhere MFI-20-Werte angaben als vor der Spende, außer bei Mentaler Fatigue. Trotz dieser erhöhten Fatigue-Werte wiesen Lebendspender nach zehn Jahren jedoch weiterhin niedrigere Fatigue-Werte auf als die Stichprobe der

TABELLE 5 Zusammenhänge der Fatigue-Werte mit spenderspezifischen Fragen.

	Allgemeine Fatigue		Körperliche Fatigue		Reduzierte Aktivität		Reduzierte Motivation		Mentale Fatigue		MFI- Gesamtwert	
	N	Werte (SD)	N	Werte (SD)	N	Werte (SD)	N	Werte (SD)	N	Werte (SD)	N	Werte (SD)
Bereuen der Spende												
Überhaupt nicht	263	8.5 (4.0)***	266	7.7 (3.6)***	262	7.2 (3.5)***	266	6.8 (3.1)***	265	7.2 (3.7)***	251	37.5 (15.0)***
Zumindest teilweise	77	11.0 (4.1)	77	10.2 (4.3)	79	9.8 (4.1)	80	8.9 (3.6)	82	9.6 (4.4)	72	49.0 (18.0)
Finanzielle Situation												
Überwiegend negativ	29	13.6 (4.4)***	29	12.3 (4.3)***	29	11.0 (4.6)***	31	11.0 (4.2)***	31	10.7 (4.5)***	27	57.5 (16.9)***
Unverändert	283	8.6 (3.9)	286	7.9 (3.7)	283	7.5 (3.6)	286	6.9 (3.1)	287	7.5 (3.9)	269	38.4 (15.6)
Überwiegend positiv	26	9.3 (4.2)	26	7.7 (3.1)	27	7.4 (3.3)	27	6.9 (2.2)	27	7.3 (3.7)	25	37.5 (13.1)
Beziehungsqualität												
Überwiegend negativ	5	11.4 (3.8)	4	10.8 (3.5)*	5	7.8 (3.8)	5	8.6 (2.5)*	5	12.2 (3.1)**	4	48.8 (15.8)*
Neutral	21	10.8 (4.8)	21	9.8 (4.3)	21	10.0 (5.2)	21	8.8 (3.7)	21	9.3 (4.4)	21	48.7 (19.6)
Überwiegend positiv	293	8.8 (4.0)	297	8.0 (3.7)	296	7.5 (3.4)	298	7.0 (3.1)	299	7.5 (3.8)	279	38.7 (15.0)
Veränderung der Beziehungsqualität												
Überwiegend negativ	18	12.7 (5.5)*	18	11.6 (5.6)*	17	11.5 (5.7)**	18	10.2 (4.3)**	18	10.7 (4.9)*	17	55.4 (23.8)*
Unverändert	253	9.0 (4.0)	255	8.1 (3.8)	254	7.4 (3.5)	257	7.0 (3.1)	259	7.6 (3.9)	239	39.0 (15.5)
Überwiegend positiv	63	8.8 (4.1)	63	8.1 (3.4)	64	7.9 (3.7)	64	7.5 (3.4)	63	7.7 (3.8)	61	39.2 (14.4)
Gesundheit des Empfängers (wahrgenommen)												
Überwiegend negativ	45	10.4 (3.9)***	46	9.6 (4.0)***	44	8.2 (3.4)***	45	8.6 (3.7)***	45	9.4 (4.5)***	39	47.0 (15.5)***
Neutral	72	10.2 (4.2)	75	9.2 (3.9)	76	9.0 (3.8)	74	7.8 (3.3)	76	8.4 (3.6)	71	44.5 (15.4)
Überwiegend positiv	198	8.3 (4.0)	198	7.5 (3.6)	197	6.9 (3.3)	202	6.6 (2.7)	201	7.0 (3.7)	189	35.9 (14.7)
Reaktion der Familie nach der Spende												
Überwiegend negativ	9	13.0 (4.7)*	9	10.4 (4.4)	9	11.4 (4.3)	9	10.4 (4.3)*	9	10.9 (4.9)	9	56.2 (21.6)*
Neutral	31	8.9 (4.6)	31	8.6 (4.6)	30	7.6 (3.7)	31	8.4 (4.7)	31	8.4 (4.7)	30	41.8 (20.6)
Überwiegend positiv	297	9.0 (4.0)	300	8.2 (3.7)	299	7.2 (3.2)	304	7.6 (3.9)	304	7.6 (3.9)	282	39.2 (15.4)

Nichtparametrische Tests (Mann-Whitney-U-Tests, Kruskal-Wallis-Tests); *** < 0.001 ; ** < 0.01 ; * < 0.05 .

Allgemeinbevölkerung (13). Ähnlich berichteten Rodrigues et al. (6) in ihrer Längsschnittstudie mit 189 Nierenlebens Spendern und 19 gesunden Kontrollpersonen, dass LKD einen Monat nach der Spendernephrektomie zwar signifikant stärker an Fatigue litten als gesunde Kontrollen, zu späteren Zeitpunkten jedoch keine Unterschiede der Fatigue-Werte bestanden. Auch andere Studien, die gesundheitsbezogene Variablen mit dem SF-36-Fragebogen untersuchten, kommen zu dem Ergebnis, dass LKD keine abweichenden (7, 28, 29) oder sogar etwas niedrigere (21, 30) Werte als die Kontrollgruppe aufweisen.

In Übereinstimmung mit unseren Befunden berichteten Sommerer und Kollegen (9) in ihrer Studie mit $n = 211$ LKD bei Spenderinnen und Spendern über 60 Jahren signifikant niedrigere Werte in fast allen MFI-20-Subskalen als in der deutschen Allgemeinbevölkerung. Vermutlich sind ältere LKD bei ihrer Auswahl zur Spende besonders gesund. Minnee et al. (12) fanden bei Spendern über 60 Jahren eine bessere Lebensqualität (QoL; SF-36) als bei Spendern unter 60 Jahren. Die Autoren vermuteten, dass ältere Spender ihre Einschränkungen weniger schnell bemerken als jüngere, da sie keine Familie versorgen müssen oder keiner Erwerbstätigkeit nachgehen. Ferner vermuten sie, dass der Ruhestand die Erholung begünstigen kann: Berentete Spender haben mehr Zeit, Alltagsaktivitäten zu planen und durchzuführen, und erleben daher weniger Einschränkungen (12). Zudem sind ältere LKD möglicherweise stärker daran gewöhnt, sich an körperliche Veränderungen und eine mögliche Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit anzupassen, die unausweichlich zum Älterwerden gehören.

Es wurde vermutet, dass Vergleiche mit der Allgemeinbevölkerungsstichprobe mögliche Beeinträchtigungen von Lebens Spendern unterschätzen (31). Da nur Kandidaten mit guter körperlicher und psychischer Gesundheit zur Spende zugelassen werden, ist anzunehmen, dass Lebenspenden eine selektierte Stichprobe mit insgesamt höherer Lebensqualität als die Allgemeinbevölkerung darstellen. Es wurde gezeigt, dass ihre Lebensqualitätswerte vor der Spende höher sind als die gesunder Personen. Dieser Überlegung und früheren Forschungsergebnissen zufolge sind bei LKD vor der Spende unterdurchschnittliche Fatigue-Werte zu erwarten (10). Allerdings ist nicht auszuschließen, dass LKD-Kandidaten ihre präoperative Lebensqualität (bewusst oder unbewusst) zu hoch und ihre präoperative Fatigue zu niedrig angeben, um nicht als Lebenspenden abgelehnt zu werden (15). Prospektive Studien zeigten bei manchen LKD eine Zunahme der Fatigue, die bis zu 24 Monate oder noch länger anhielt (6, 10, 11). Zugleich wurden Risikofaktoren, die sich ungünstig auf Fatigue auswirken könnten, in bisherigen Längsschnittstudien nur begrenzt erfasst; die klinische Relevanz der beobachteten Veränderungen ist weiterhin unbekannt.

Interessanterweise ähneln unsere MFI-20-Werte den von Suwelack (10) ein Jahr und von Sommerer (9) fast 10 Jahre nach der Spende berichteten Daten (Tabellen 6A, B). Während die Studie von Sommerer et al. (9) - wie unsere - nicht prospektiv war, berichteten Suwelack et al. (10) Werte vor der Spende und fanden speziell bei Mentaler Fatigue einen Anstieg: Die Werte lagen vor der Spende unter und ein Jahr danach über den Bevölkerungsnormwerten. Die Anzahl der LKD in unserer Stichprobe, deren Werte die Bevölkerungsnorm um mehr als 1 SD überstiegen, ähnelt stark derjenigen bei Suwelack et al. (10) (Tabelle 6A). Zusammengenommen lassen die Ergebnisse anderer deutscher Studien darauf schließen, dass einige LKD trotz vergleichbarer oder sogar niedrigerer Fatigue-Werte als in Stichproben der

Allgemeinbevölkerung nach der Spende dennoch eine signifikante und klinisch relevante Zunahme der Fatigue erfahren können. Besonders bedenklich sind Fatigue-Werte von LKD nach der Spende, die über den Bevölkerungsnormwerten liegen. Die deskriptiven Statistiken individueller Vergleiche unserer Studie zeigten, dass manche Spender sogar den Grenzwert von zwei Standardabweichungen über dem Bevölkerungsmittelwert der jeweiligen Geschlechts- und Alterskategorie überschritten. Dies legt eine höchstwahrscheinlich klinisch relevante Fatigue-Ausprägung nahe. Ob diese mit der Nierenspende zusammenhängt, lässt sich jedoch nicht bestimmen. Auch wenn nur wenige LKD eine solche Fatigue-Ausprägung aufweisen, ist es klinisch von größter Bedeutung, Spender mit klinisch erhöhten Fatigue-Werten zu identifizieren.

Spenderinnen im Alter von 45-54 Jahren waren in dieser Studie die einzige Untergruppe mit signifikant höheren Fatigue-Werten als die Allgemeinbevölkerungsstichprobe in der Subskala „Allgemeine Fatigue“. Diese Ergebnisse stimmen teilweise mit Sommerer et al. (9) überein, die bei Spenderinnen mittleren Alters (40-59 Jahre) ebenfalls signifikant höhere Werte für Allgemeine, aber auch für Körperliche Fatigue berichteten.

Eine mögliche Erklärung sind die mit der Menopause verbundenen physiologischen Veränderungen, die bei Frauen dieser Altersgruppe häufig auftreten. Bekanntermaßen beeinträchtigen hormonelle Schwankungen während der Menopause, etwa Veränderungen der Östrogen- und Progesteronspiegel, im Allgemeinen das Schlafverhalten und verringern das Energieniveau (32, 33). Dies könnte zu Fatigue beitragen und die körperliche Anpassung an die Nephrektomie in dieser Spendergruppe beeinflussen. Zudem sind Frauen dieser Altersgruppe oft doppelt gefordert, etwa durch Kinderbetreuung und die Pflege älterer Angehöriger, was Stress und Fatigue verstärken kann (9). Da jedoch auch Frauen der Allgemeinbevölkerungsstichprobe die Menopause und die damit verbundenen physiologischen Veränderungen erleben, bleibt es spekulativ, ob spezifische Mechanismen bei Frauen mit nur einer Niere die Auswirkungen der Menopause verstärken könnten. Unseres Wissens wurde diese Theorie bislang nicht untersucht.

Die multiple Regression für die Allgemeinbevölkerungsstichprobe zeigte bis auf wenige Ausnahmen einen signifikanten positiven Zusammenhang der Fatigue-Ausprägung mit weiblichem Geschlecht und höherem Alter sowie einen signifikanten negativen Zusammenhang mit Bildung. Diese Befunde bestätigen frühere Studien. Eine Studie an einer repräsentativen Stichprobe der schwedischen Allgemeinbevölkerung bestätigt den Geschlechtsunterschied und berichtet für Frauen in allen MFI-20-Subskalen signifikant höhere Fatigue-Werte als für Männer (34). Watt et al. (35) fanden in einer dänischen Allgemeinbevölkerungsstichprobe geringe Geschlechtsunterschiede mit insgesamt höheren mittleren Fatigue-Werten bei Frauen. Weitere Studien berichten stärkere Fatigue bei Frauen als bei Männern und einen nahezu linearen Anstieg mit dem Alter (20, 22, 36). Der günstige Zusammenhang höherer Bildung mit niedrigeren Fatigue-Werten scheint durch frühere Forschung gut belegt (34, 35).

Im Vergleich zur Allgemeinbevölkerungsstichprobe zeigte die multiple lineare Regressionsanalyse in der Spenderstichprobe praktisch keinen Zusammenhang zwischen Fatigue und Geschlecht, Alter oder Bildungsniveau. Auch die Jahre seit der Spende standen in keinem Zusammenhang mit Fatigue. Auch der Interaktionseffekt zwischen Alter und Zeit seit der Spende war

nicht signifikant, was darauf hindeutet, dass der Zusammenhang zwischen den Jahren seit der Spende und Fatigue unabhängig vom Alter ist. Zudem war die Erklärungskraft der Modelle insgesamt gering; in der Spenderpopulation scheinen im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung andere Variablen als Alter, Geschlecht oder Bildung eine Rolle zu spielen.

In der Literatur wurden uneinheitliche Ergebnisse zu Zusammenhängen mit sozioökonomischen Variablen bei LKD berichtet. So stehen die vorliegenden Befunde im Gegensatz zu dem von Wirken et al. (8) berichteten positiven linearen Zusammenhang zwischen Alter und Fatigue. Sie stimmen jedoch mit mehreren anderen Studien überein, die keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Alter und Fatigue fanden (4, 9). Hinsichtlich des Geschlechts berichten einige Studien ebenfalls einen Zusammenhang mit Fatigue in der Spenderpopulation, mit höheren Fatiguewerten bei Frauen (4, 16), während andere Studien diesen Zusammenhang nicht eindeutig zeigen konnten (6, 9).

Unsere Ergebnisse bestätigen erneut, dass die meisten LKD mit ihrer Entscheidung zur Spende zufrieden waren, sich nicht unter Druck gesetzt fühlten und eine positive Beziehung zum Empfänger hatten. Unsere Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Fatigue und spenderspezifischen Faktoren stimmen dennoch weitgehend mit der bestehenden Literatur überein. Bei LKD,

die eine negative Veränderung der Beziehung zum Empfänger, geringere Wertschätzung durch ihre Familie und ungünstige Ergebnisse beim Empfänger erlebt hatten, wurden in früheren Studien wiederholt Zusammenhänge mit ungünstigen psychosozialen Ergebnissen festgestellt (4, 37-40). Eine Kausalität in nur einer Richtung können wir jedoch nicht ohne Weiteres annehmen. Die Mehrheit der LKD bereute die Spende nicht und wäre zu einer erneuten Spende bereit; dennoch berichteten LKD, die ihre Spende zumindest teilweise bereuten, höhere Fatiguewerte (4). In den USA wurde ein Zusammenhang zwischen spendebedingten finanziellen Belastungen und geringerer Lebenszufriedenheit berichtet (39). Auch hier können wir Ursache und Folge nicht unterscheiden. Eine intensivere Nachsorge nach der Spende und besondere Aufmerksamkeit für Spender mit erhöhtem psychosozialen Risiko könnten die Langzeitergebnisse der Spender verbessern (40).

4.1 Stärken und Limitationen der Studie

Die Stärke dieser Studie liegt in der Stichprobengröße und der recht hohen Rücklaufquote 7 Jahre nach der Spende. Zudem enthielt der Datensatz nur wenige fehlende Werte. Wir analysierten die Daten nach Alters- und Geschlechtsgruppen und gewannen dadurch

TABELLE 6A Vergleiche mit deutschen Studien, in denen das MFI-20 verwendet wurde.

	Suwelack et al., 2022 Vor der Spende		Suwelack et al., 2022 1 Jahr nach der Spende	Unsere Stichprobe 7.7 Jahre nach der Spende	
	n	Median (25.-75. Perzentil)		n*	
Allgemeine Fatigue	255	7.00 (4-9)	8.00 (5-11)	8.00 (5-12)	343
Körperliche Fatigue	252	6.00 (5-9)	7.00 (5-9.83)	8.00 (5-11)	346
Reduzierte Aktivität	231	6.00 (5-8)	7.00 (5-9)	7.00 (5-10)	344
Reduzierte Motivation	230	6.50 (5-8)	6.00 (5-8)	6.00 (5-9)	349
Mentale Fatigue	245	6.00 (4-8)	9.00 (8-11)	7.00 (4-10)	350
Klinisch relevante Fatigue (1 SD über Bevölkerungsnormwerten) in %					
Allgemeine Fatigue (>12.2)	6.3%		18.4%	20.7%	
Mentale Fatigue (>10.9)	10.6%		28.1%	23.4%	

*Ohne die Altersgruppen ≤ 24 und 25-34 Jahre.

TABELLE 6B Vergleich mit deutschen Studien, in denen das MFI-20 verwendet wurde.

	Sommerer et al., 2018* 9.7 Jahre nach der Spende		Unsere Stichprobe 7.7 Jahre nach der Spende	
	n	Mittelwert (SD)	n**	
Allgemeine Fatigue	209	9.35 (4.51)	9.09 (4.18)	343
Körperliche Fatigue	210	8.35 (4.56)	8.27 (3.87)	346
Reduzierte Aktivität	211	8.11 (3.89)	7.75 (3.77)	344
Reduzierte Motivation	211	7.50 (3.58)	7.30 (3.31)	349
Mentale Fatigue	211	7.88 (3.75)	7.80 (4.00)	350

*Werte wurden aus Sommerer et al., 2018 berechnet.

**Ohne die Altersgruppen ≤ 24 und 25-34 Jahre.

neue Erkenntnisse über Untergruppen. Eine weitere Stärke dieser Studie ist der Einsatz des zuvor in einer repräsentativen Stichprobe der deutschen Bevölkerung validierten MFI-20-Fragebogens, der eine genaue Erfassung der selbstberichteten Fatigue ermöglicht (20).

Limitationen sind das Fehlen von Daten vor der Spende und die Verwendung einer Bevölkerungsstichprobe als Kontrollgruppe. Angesichts des Querschnittsdesigns dieser Studie wären Ausgangsdaten wünschenswert, um weitergehende Aussagen über die Entwicklung der Fatigue im Zeitverlauf in der Spenderstichprobe zu ermöglichen. Daher lassen sich aus dieser Studie keine kausalen Schlussfolgerungen zum Zusammenhang zwischen Spende und Fatigue ziehen. Längsschnittstudien sind jedoch häufig kostspielig und mit hohen Ausfallraten verbunden.

Bei Verwendung einer gesunden Vergleichsgruppe potenzieller Spender könnte deren Größe begrenzt sein, was den statistischen Nachweis kleinerer Unterschiede oder Zusammenhänge erschwert. Ein Vorteil einer breiter angelegten Vergleichsgruppe aus der Allgemeinbevölkerung ist hingegen, dass sie Schwellenwerte liefern kann, die helfen, klinisch relevante Fatigue bei Spendern zu erkennen. Der Vergleich von LKD mit einer Stichprobe der Allgemeinbevölkerung führt zwangsläufig zu unterschiedlichen Stichprobengrößen. Bei Untergruppenvergleichen sind die Stichproben häufig sehr klein; dies war auch in dieser Studie eine Herausforderung. Die relativ große LKD-Stichprobe der vorliegenden Studie ermöglichte jedoch den Vergleich zahlreicher Alters- und Geschlechtsgruppen.

Zu den Limitationen dieser Studie gehören auch die unterschiedlichen Zeitpunkte der Datenerhebung. Die Fatiguedaten der Nierenlebenspender (LKD) wurden 2016 bis 2017 erhoben, die Daten der Allgemeinbevölkerung dagegen 2021. Der zeitliche Abstand zwischen den Erhebungen könnte potenzielle Störfaktoren mit sich bringen, etwa Veränderungen der medizinischen Praxis, d. h. Verbesserungen der präoperativen Evaluation oder der postoperativen Versorgung, die die Ergebnisse beeinflussen haben könnten. Eine weitere Limitation ist die Nichtteilnahmequote von über 40% bei den Spendern, die eine mögliche Selektionsverzerrung bedingt (17, 18). Da die Daten zur Nierenlebenspende aus einer monozentrischen Studie stammen, ist bei der Verallgemeinerung der Ergebnisse Vorsicht geboten. Eine weitere Limitation ist die Unterrepräsentation jüngerer Spender, insbesondere in den beiden jüngsten Altersgruppen (unter 24 und 25-34 Jahre). Eine geringe Vertretung jüngerer Spender zeigt sich auch in der deutschen Stichprobe von Sommerer et al. (9), mit $n = 2$ in der Altersgruppe 25-34 und $n = 10$ in der Altersgruppe 35-44. Dies könnte auf die strengen Regelungen des deutschen Transplantationsgesetzes zur Lebendorganspende sowie auf die Zurückhaltung einiger Ärzte zurückzuführen sein, beispielsweise jungen Frauen mit weiterem Kinderwunsch wegen potenziell erhöhter Schwangerschaftsrisiken eine Nierenspende zu ermöglichen.

5 Schlussfolgerung

Auf Grundlage der großen Spenderstichprobe tragen die vorliegenden Befunde dazu bei, die Forschungslücke beim alters- und geschlechtsspezifischen Vergleich der Fatiguewerte zwischen LKD und der Allgemeinbevölkerung zu schließen. Sie zeigen, dass Spender 7.67 Jahre nach der Spende überwiegend niedrigere Fatiguewerte aufweisen als die deutsche Allgemeinbevölkerung. Unsere Ergebnisse legen nahe, dass Spenderinnen mittleren Alters möglicherweise eine engmaschigere Überwachung und zusätzliche medizinische Unterstützung

nach der Operation benötigen, da sie in unserer Studie die einzige Spenderuntergruppe mit signifikant höheren Fatiguewerten nach der Spende als die entsprechende Untergruppe der Allgemeinbevölkerung waren. Dennoch ist zu berücksichtigen, dass einzelne Personen hohe Fatiguewerte aufwiesen (2 SD über den Normwerten). Weitere Forschung zur Beurteilung der klinischen Relevanz von Fatigue anhand validierter Schwellenwerte ist erforderlich (10). Die untersuchten soziodemografischen Variablen, deren Beitrag zur Erklärung der Fatiguewerte in der Allgemeinbevölkerung gut belegt ist, leisten in der Spenderstichprobe nahezu keinen Erklärungsbeitrag. Spenderspezifische Faktoren wie die Beziehung zum Empfänger, dessen wahrgenommener Gesundheitszustand oder finanzielle Belastungen könnten zu diesen höheren Fatiguewerten beitragen. Weitere Studien sollten daher spenderspezifische Faktoren, die mit Fatigue nach einer Nierenspende zusammenhängen, prospektiv untersuchen, um ihren Einfluss besser zu verstehen. Zudem könnten die Identifizierung und Bewertung geeigneter Kontrollgruppen helfen, die Ergebnisse von LKD-Stichproben besser zu verstehen.

Erklärung zur Datenverfügbarkeit

Die Rohdaten, die den Schlussfolgerungen dieses Artikels zugrunde liegen, werden von den Autoren ohne unangemessene Vorbehalte zur Verfügung gestellt.

Ethikerklärung

Die Datenerhebung in der Spenderstichprobe wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Hochschule Hannover genehmigt (Nr. 3252-2016); die Teilnehmenden erteilten ihre schriftliche informierte Einwilligung zur Studienteilnahme. Die Datenerhebung in der Stichprobe der Allgemeinbevölkerung wurde von der Ethikkommission der Universität Leipzig genehmigt (298/21-ek). Die Studien wurden im Einklang mit den vor Ort geltenden gesetzlichen Bestimmungen und institutionellen Anforderungen durchgeführt.

Beiträge der Autoren

DA: Formale Analyse, Verfassen - Erstentwurf, Visualisierung. AW: Verfassen - Prüfung und Überarbeitung. GE: Verfassen - Prüfung und Überarbeitung. WG: Verfassen - Prüfung und Überarbeitung. UT: Verfassen - Prüfung und Überarbeitung. MN: Betreuung, Verfassen - Prüfung und Überarbeitung. MZ: Konzeption, Einwerbung von Fördermitteln, Betreuung, Verfassen - Prüfung und Überarbeitung.

Finanzierung

Die Autoren erklären, dass sie finanzielle Unterstützung für die Forschung, die Abfassung und/oder die Veröffentlichung dieses Artikels erhalten haben. Die Datenerhebung in der Spenderstichprobe wurde von der Else Kröner-Fresenius-Stiftung gefördert: Promotionsprogramm KlinStrucMed an der Medizinischen Hochschule Hannover.

Danksagung

Wir danken Marie Mikuteit und Iris Pollmann für die Durchführung der Datenerhebung bei den LKD.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass die Forschung ohne kommerzielle oder finanzielle Beziehungen durchgeführt wurde, die als potenzieller Interessenkonflikt ausgelegt werden könnten.

Erklärung zu generativer KI im Original

Die Autoren erklären, dass bei der Erstellung des Originalmanuskripts keine generative KI eingesetzt wurde.

Literatur

1. Deutsche Stiftung Organtransplantation. Nierentransplantation nach Lebenspende. Available online at: https://www.dso.de/DSO-Infografiken/NierenTX_nach%20Lebenspende.png (Accessed December 23, 2024).
2. Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen und Geweben (Transplantationsgesetz - TPG) (1997/2003). Available online at: <https://www.gesetze-im-internet.de/tpg/> (Accessed December 23, 2024).
3. Horvat LD, Shariff SZ, Garg AX. Donor Nephrectomy Outcomes Research (DONOR) Network. Global trends in the rates of living kidney donation. *Kidney Int.* (2009) 75:1088–98. doi: 10.1038/ki.2009.20
4. Meyer K, Wahl AK, Bjørk IT, Wisløff T, Hartmann A, Andersen MH. Long-term, self-reported health outcomes in kidney donors. *BMC Nephrol.* (2016) 17:8. doi: 10.1186/s12882-016-0221-y
5. Janki S, Klop KWJ, Hagen SM, Terkivatan T, Betjes MGH, Tran TCK, et al. Robotic surgery rapidly and successfully implemented in a high volume laparoscopic center on living kidney donation. *Int J Med Robot.* (2017) 13. doi: 10.1002/rcs.1743
6. Rodrigue JR, Fleishman A, Schold JD, Morrissey P, Whiting J, Vella J, et al. Patterns and predictors of fatigue following living donor nephrectomy: Findings from the KDOC Study. *Am J Transplant.* (2020) 20:181–9. doi: 10.1111/ajt.15519
7. Wirken L, van Middendorp H, Hooghof CW, Sanders JF, Dam RE, van der Pant KAMI, et al. The course and predictors of health-related quality of life in living kidney donors: A systematic review and meta-analysis. *Am J Transplant.* (2015) 15:3041–54. doi: 10.1111/ajt.13453
8. Wirken L, van Middendorp H, Hooghof CW, Sanders JF, Dam RE, van der Pant KAMI, et al. Psychosocial consequences of living kidney donation: a prospective multicentre study on health-related quality of life, donor-recipient relationships and regret. *Nephrol Dial Transplant.* (2019) 34:1045–55. doi: 10.1093/ndt/gfy307
9. Sommerer C, Estelmann S, Metzendorf NG, Leuschner M, Zeier M. Gender disparity in health-related quality of life and fatigue after living renal donation. *BMC Nephrol.* (2018) 19:377. doi: 10.1186/s12882-018-1187-8
10. Suwelack B, Berger K, Wolters H, Gerß JWO, Bormann E, Wörmann V, et al. Results of the prospective multicenter SoLiKi cohort study indicate bio-psycho-social outcome risks to kidney donors 12 months after donation. *Kidney Int.* (2022) 101:597–606. doi: 10.1016/j.kint.2021.12.007
11. Dols LF, Ijzermans JN, Wentink N, Tran TC, Zuidema WC, Dooper IM, et al. Long-term follow-up of a randomized trial comparing laparoscopic and mini-incision open live donor nephrectomy. *Am J Transplant.* (2010) 10:2481–7. doi: 10.1111/j.1600-6143.2010.03281.x
12. Minnee RC, Bemelman WA, Polle SW, van Koperen PJ, Ter Meulen S, Donselaar-van der Pant KA, et al. Older living kidney donors: surgical outcome and quality of life. *Transplantation.* (2008) 86:251–6. doi: 10.1097/TP.0b013e31817789dd
13. Janki S, Klop KW, Dooper IM, Weimar W, Ijzermans JN, Kok NF. More than a decade after live donor nephrectomy: a prospective cohort study. *Transpl Int.* (2015) 28:1268–75. doi: 10.1111/tri.12589
14. Kok NF, Alwayn IP, Tran KT, Hop WC, Weimar W, Ijzermans JN. Psychosocial and physical impairment after mini-incision open and laparoscopic donor nephrectomy: A prospective study. *Transplantation.* (2006) 82:1291–7. doi: 10.1097/01.tp.0000239312.45050.05
15. Kroencke S, Nashan B, Fischer L, Erim Y, Schulz KH. Donor quality of life up to two years after living donor liver transplantation: a prospective study. *Transplantation.* (2014) 97:582–9. doi: 10.1097/01.TP.0000438206.04348.b2
16. Meyer KB, Hartmann A, Mjøen G, Andersen MH. Relationships between clinical, self-reported, and donation specific outcomes: A prospective follow-up study 10 years after kidney donation. *Ann Transplant.* (2017) 22:148–55. doi: 10.12659/aot.902330
17. Nöhre M, Pollmann I, Mikuteit M, Weissenborn K, Gueler F, de Zwaan M. Partnership satisfaction in living kidney donors. *Front Psychiatry.* (2018) 9:353. doi: 10.3389/fpsy.2018.00353
18. Pollmann I, Gueler F, Mikuteit M, Nöhre M, Richter N, Weissenborn K, et al. Adaptive personality traits and psychosocial correlates among living kidney donors. *Front Psychiatry.* (2017) 8:210. doi: 10.3389/fpsy.2017.00210
19. Smets EM, Garssen B, Bonke B, De Haes JC. The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. *J Psychosom Res.* (1995) 39:315–25. doi: 10.1016/0022-3999(94)00125-o
20. Westenberger A, Nöhre M, Brähler E, Morfeld M, de Zwaan M. Psychometric properties, factor structure, and German population norms of the multidimensional fatigue inventory (MFI-20). *Front Psychiatry.* (2022) 13:1062426. doi: 10.3389/fpsy.2022.1062426
21. De Groot IB, Stiggelbout AM, van der Boog PJ, Baranski AG, Marang-van de Mheen PJ, PARTNER-study group. Reduced quality of life in living kidney donors: association with fatigue, societal participation and pre-donation variables. *Transpl Int.* (2012) 25:967–75. doi: 10.1111/j.1432-2277.2012.01524.x
22. Schwarz R, Krauss O, Hinz A. Fatigue in the general population. *Onkologie.* (2003) 26:140–4. doi: 10.1159/000069834
23. Krauß O. MFI-20. Multidimensional fatigue inventory. In: Schumacher J, Klaiberg A, Brähler E, editors. *Diagnostische Verfahren zu Lebensqualität und Wohlbefinden*. Hogrefe, Göttingen (2003). p. 216–9.
24. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. New York: Routledge. (1988). doi: 10.4324/9780203771587
25. Biller-Andorno N. Gender imbalance in living organ donation. *Med Health Care Philos.* (2002) 5:199–204. doi: 10.1023/a:1016053024671
26. Leifeld S, de Zwaan M, Albayrak Ö, Einecke G, Nöhre M. Live Donor Assessment Tool (LDAT): Reliability and validity of the German version in living kidney donor candidates. *J Acad Consult Liaison Psychiatry.* (2023) 64:429–35. doi: 10.1016/j.jaclp.2023.03.002
27. Klop KW, Dols LF, Weimar W, Dooper IM, Ijzermans JN, Kok NF. Quality of life of elderly live kidney donors. *Transplantation.* (2013) 96:644–8. doi: 10.1097/TP.0b013e31829e6d9b
28. Clemens K, Boudville N, Dew MA, Geddes C, Gill JS, Jassal V, et al. The long-term quality of life of living kidney donors: a multicenter cohort study. *Am J Transplant.* (2011) 11:463–9. doi: 10.1111/j.1600-6143.2010.03424.x
29. Maglakelidze N, Pantsulaia T, Managadze L, Chkhotua A. Assessment of health-related quality of life in living kidney donors. *Transplant Proc.* (2011) 43:373–5. doi: 10.1016/j.transproceed.2010.12.016

Hinweis des Verlags

Alle in diesem Artikel geäußerten Aussagen geben ausschließlich die Auffassungen der Autoren wieder und nicht notwendigerweise die ihrer zugehörigen Einrichtungen, des Verlags, der Herausgeber oder der Gutachter. Für Produkte, die in diesem Artikel möglicherweise bewertet werden, oder für Aussagen ihrer Hersteller übernimmt der Verlag weder eine Garantie noch spricht er eine Empfehlung aus.

Ergänzendes Material

Das ergänzende Material zu diesem Artikel ist online verfügbar unter: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsy.2024.1510738/full#supplementary-material>

30. Isotani S, Fujisawa M, Ichikawa Y, Ishimura T, Matsumoto O, Hamami G, et al. Quality of life of living kidney donors: the short-form 36-item health questionnaire survey. *Urology*. (2002) 60:588–92. doi: 10.1016/s0090-4295(02)01865-4
31. Suwelack B, Nöhre M. Lebendnierenspende - Muss das Risiko neu bewertet werden? *Die Nephrologie*. (2024) 19:95–101. doi: 10.1007/s11560-023-00705-y
32. El Khoudary SR, Greendale G, Crawford SL, Avis NE, Brooks MM, Thurston RC, et al. The menopause transition and women's health at midlife: a progress report from the Study of Women's Health Across the Nation (SWAN). *Menopause*. (2019) 26:1213–27. doi: 10.1097/GME.0000000000001424
33. Lu J, Li K, Zheng X, Liu R, Chen M, Xian J, et al. Prevalence of menopausal symptoms and attitudes towards menopausal hormone therapy in women aged 40–60 years: a cross-sectional study. *BMC Womens Health*. (2023) 23:472. doi: 10.1186/s12905-023-02621-8
34. Engberg I, Segerstedt J, Waller G, Wennberg P, Eliasson M. Fatigue in the general population- associations to age, sex, socioeconomic status, physical activity, sitting time and self-rated health: the northern Sweden MONICA study 2014. *BMC Public Health*. (2017) 17:654. doi: 10.1186/s12889-017-4623-y
35. Watt T, Groenvold M, Bjorner JB, Noerholm V, Rasmussen NA, Bech P. Fatigue in the Danish general population. Influence of sociodemographic factors and disease. *J Epidemiol Community Health*. (2000) 54:827–33. doi: 10.1136/jech.54.11.827
36. Hinz A, Barboza CF, Barradas S, Körner A, Beierlein V, Singer S. Fatigue in the general population of Colombia - normative values for the multidimensional fatigue inventory MFI-20. *Onkologie*. (2013) 36:403–7. doi: 10.1159/000353606
37. Watson JM, Behnke MK, Fabrizio MD, McCune TR. Recipient graft failure or death impact on living kidney donor quality of life based on the living organ donor network database. *J Endourol*. (2013) 27:1525–9. doi: 10.1089/end.2013.0189
38. Tong A, Chapman JR, Wong G, Kanellis J, McCarthy G, Craig JC. The motivations and experiences of living kidney donors: a thematic synthesis. *Am J Kidney Dis*. (2012) 60:15–26. doi: 10.1053/j.ajkd.2011.11.043
39. Jacobs CL, Gross CR, Messersmith EE, Hong BA, Gillespie BW, Hill-Callahan P, et al. Emotional and financial experiences of kidney donors over the past 50 years: the RELIVE study. *Clin J Am Soc Nephrol*. (2015) 10:2221–31. doi: 10.2215/CJN.07120714
40. Massey EK, Rule AD, Matas AJ. Living kidney donation: A narrative review of mid- and long-term psychosocial outcomes. *Transplantation*. (2024). doi: 10.1097/TP.0000000000005094