Sozialer Status, familiärer Wohlstand und eisenabhängige Blutparameter bei Kindern und Jugendlichen: Ergebnisse einer bevölkerungsbezogenen Kohortenstudie (LIFE Child)

Social status, family wealth and iron-related blood parameters for children and adolescents: results from a population-based cohort study (LIFE Child)

Autoren K. Rieger 1,2, M. Vogel 1,2, C. Engel 2,3, U. Ceglarek 4, J. Thiery 4,K. Harms 4*,* F. Glock 1,2, L. Meißner 1,2, A. Hiemisch 1,2, M. Richter 5, W. Kiess 1,2\*

Institute 1 Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Zentrum für Pädiatrische Forschung, Universitätsklinikum Leipzig AöR, Liebigstraße 20a, 04103 Leipzig, Deutschland

2 LIFE - Leipziger Forschungszentrum für Zivilisationserkrankungen, Universität Leipzig, Philipp-Rosenthalstraße 27, 04103 Leipzig, Deutschland

3 Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Universität Leipzig, Härtelstraße 16-18, 04107 Leipzig, Deutschland

4 Institut für Laboratoriumsmedizin, Klinische Chemie und Molekulare Diagnostik, Universitätsklinikum Leipzig AöR, Liebigstraße 27, 04103 Leipzig, Deutschland

5 Institut für Medizinische Soziologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Magdeburger Str. 8, 06112 Halle (Saale), Deutschland

\* Korrespondierender Autor:

Prof. Dr. med. Wieland Kiess

Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Zentrum für Pädiatrische Forschung

Universitätsklinikum Leipzig

Liebigstraße 20a

04103 Leipzig - Deutschland

Tel. 0341 9726000

Fax 0341 9726009

E-Mail [wieland.kiess@medizin.uni-leipzig.de](mailto:wieland.kiess@medizin.uni-leipzig.de)

# Zusammenfassung

## Hintergrund

## Insbesondere Studien aus Entwicklungsländern stellten Assoziationen zwischen sozialen Faktoren und Kindesgesundheit fest. Die vorliegende Studie setzt an der Situation Deutschlands mit der Frage, ob sozialer Status und familiärer Wohlstand mit dem Eisenstatus zusammenhängen, an.

## Patienten und Methode

Zur Verfügung stand ein Datensatz zusammengesetzt aus 1214 Teilnehmern des Leipziger Forschungszentrums für Zivilisationserkrankungen im Alter von 2,5 bis 19 Jahren mit Kenngrößen zum Sozialstatus (Winkler-Stolzenberg-Index/WSI) und familiären Wohlstand (Family Affluence Scale/FAS) sowie Messwerten für Hämoglobin, mittleres korpuskuläres Volumen (MCV), mittleres korpuskuläres Hämoglobin (MCH), Ferritin und Transferrin. Mit Hilfe logistischer und linearer Regressionsanalysen wurden Assoziationen zwischen sozioökonomischen Kenngrößen und Auftreten von Anämie oder Eisenmangel sowie eisenabhängigen Laborparametern untersucht.

## Ergebnisse

Von den Teilnehmern wiesen 7,8% einen Eisenmangel und 4,2% eine Anämie unbekannter Ursache auf, die signifikante Assoziationen zu WSI (OR=0,93; p=0,018) und FAS (OR=0,74; p=0,007) zeigte. Kinder mit steigendem WSI wiesen signifikant steigende altersadaptierte Z-Scores für Hämoglobin (p=0,012), MCV (p<0,001), MCH (p<0,001) und abnehmende altersadaptierte Z-Scores für Transferrin (p<0,001) auf. Kinder mit steigender FAS wiesen signifikant steigende altersadaptierte Z-Scores für Hämoglobin (p<0,001), MCV (p=0,001), MCH (p<0,001), Ferritin (p=0,028) und abnehmende altersadaptierte Z-Scores für Transferrin (p=0,001) auf.

Diskussion

Auf Grundlage einer großen Stichprobe gesunder Kinder der Allgemeinbevölkerung in Leipzig können Auftretenswahrscheinlichkeiten der Anämie und des Eisenmangels aus bisherigen Studien bestätigt werden. Erstmals können für Deutschland Assoziationen von Anämie sowie von eisenabhängigen Laborparametern und sozioökonomischen Kenngrößen nachgewiesen werden und dadurch bisherige Studien aus Entwicklungsländern ergänzen.

Schlussfolgerung

Anämie sowie subklinische Befunde eines Eisenmangels sind mit einem niedrigen sozialen Status der Eltern vergesellschaftet und verschieben somit das Gefälle der Kindesgesundheit abhängig von sozioökonomischen Faktoren.

## Schlüsselwörter

LIFE Child, Sozioökonomie, Eisenmangel, Anämie, Kinderkohorte

# Abstract

## Objectives

Especially studies from developing countries ascertained associations between social factors and pediatric health. The present study draws on at the situation in Germany with the question, if social status or family wealth are related to iron status.

## Methods

By logistic and linear regression analyses, associations between socioeconomic parameters and presence of anemia or iron deficiency as well as iron related blood parameters are analyzed. Therefore indices for social status (Winkler-Stolzenberg-Index/WSI) and family wealth (Family Affluence Scale/FAS), as well as measurements for hemoglobin, mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), ferritin and transferrin were available from 1214 participants of Leipzig Research Center for Civilization Diseases at the age of 2.5 to 19 years.

## Results

7.8 % of the participants had iron deficiency and 4.2 % had anemia of unknown cause, which showed significant associations to WSI (OR=0.93; p=0.018) and FAS (OR=0.74; p=0.007). Children with increasing WSI showed significantly increasing age-standardized z-scores for hemoglobin (p=0.012), MCV (p<0.001), MCH (p<0.001) and decreasing age-standardized z-scores for transferrin (p<0.001). Children with increasing FAS showed for significantly increasing age-standardized z-scores for hemoglobin (p<0.001), MCV (p=0.001), MCH (p<0.001), ferritin (p=0.028) and decreasing age-standardized z-scores for transferrin (p=0.001).

## Conclusion

Based on a large sample collection of healthy children from Leipzig presence of anemia and iron deficiency from earlier studies can be approved. For the first time associations between anemia as well as iron-related blood parameters and socioeconomic indices can be detected for Germany and completes earlier studies from developing countries. Furthermore, subclinical findings of iron deficiency are accompanied by low social status of parents and shifts the gradient in children’s health dependent on socioeconomic factors.

## Keywords

LIFE Child, social economics, iron deficiency, anemia, child cohort

# Hintergrund

Anamnese, körperlicher Status und sorgfältige Blutbildanalyse ermöglichen trotz der Komplexität der Hämatopoese häufig eine Diagnosefindung bezüglich Erkrankungen des Blutes beziehungsweise des blutbildenden Systems, wie Anämien. Die weltweite Anämieprävalenz beträgt bei Vorschulkindern 39% und bei 5- bis 14-Jährigen 46%, wobei die Hälfte durch ernährungsbedingten Eisenmangel verursacht wird [1]. Auch wenn Eisenmangel und ‑anämie vorrangig in Entwicklungsländern sind, zeigt sich eine Prävalenz der Eisenmangelanämie von 4,3% bis 20% in hoch entwickelten Gesellschaften [2]. Besonders vulnerabel sind Säuglinge, Vorschulkinder, Jugendliche und Frauen [3]. Eisenmangelanämie bei Kindern manifestiert sich klinisch im Gegensatz zu Erwachsenen früh, aufgrund des erhöhten Bedarfs während des Wachstums. Hauptsymptome sind Immunschwäche, Wachstumseinschränkungen, Müdigkeit, Veränderungen im Hormonhaushalt, kognitive, physikalische und Verhaltensdefizite [4–8]. Dabei entscheiden weniger genetische als externe biologische Faktoren über die Ausprägung [9].

Gesundheit wird im Kindesalter maßgeblich durch unterschiedliche soziale Determinanten bestimmt [10]. Insbesondere Studien aus Entwicklungsländern konnten dahin gehende Nachweise erbringen und eine Vielzahl an sozioökonomischen Faktoren ausfindig machen, die die Entwicklung einer Anämie beeinflussen [11]. Ein vergleichbarer Effekt lässt sich aber auch in hoch entwickelten Ländern finden. In einer US-amerikanischen Querschnittsstudie konnte ein starker positiver Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Faktor Einkommen der Eltern und Gesundheit der Kinder aufgezeigt werden [11]. Ähnliche Ergebnisse zeigen Studien in Kanada [12], Großbritannien [13], Australien [14], Indonesien [15] und Deutschland [16]. Wobei die Angaben der Kindesgesundheit vorrangig über subjektive Parameter bestimmt wurden und nur in der deutschen Studie objektive Parameter wie Hämoglobin und Ferritin Einzug fanden.

Bisher zeigen sich große Defizite in der regionalen Prävalenzermittlung, der Ätiologie des Eisenmangels hinsichtlich sozioökonomischer Faktoren und den Erkenntnissen in Industrienationen. Objektive Parameter zur Kindesgesundheit und subklinische Befunde wurden bisher kaum betrachtet, sodass eine Risikostratefizierung eingeschränkt war.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, das Auftreten von Anämie, latentem und manifestem Eisenmangel in einer Stichprobe Leipziger Kinder zu ermitteln, sowie einen möglichen Zusammenhang von sozialem Status und familiärem Wohlstand auf deren Auftreten und die Verteilung eisenabhängiger Blutparameter zu untersuchen.

# Patienten

Zur Verfügung stand eine Stichprobe aus Teilnehmern des Leipziger Forschungszentrums für Zivilisationserkrankungen (LIFE Child), zusammengesetzt aus gesunden Probanden der Leipziger Bevölkerung im Alter von 2,5 bis 19 Jahren, die in regelmäßigen Abständen hinsichtlich verschiedener Blut- und sozioökonomischer Parameter betrachtet werden [17]. Probanden mit vollständig vorhandenen Daten der Zielgrößen Hämoglobin, mittleres korpuskuläres Volumen (MCV), mittleres korpuskuläres Hämoglobin (MCH), Ferritin, Transferrin, Winkler-Stolzenberg-Index (WSI) und Family Affluence Scale (FAS) wurden hier zum jeweils ersten Messzeitpunkt (n=1369) querschnittlich betrachtet. Um die Unabhängigkeit der Untersuchung zu gewährleisten, wurde jeweils ein Kind pro Familie zufällig ausgewählt. Damit konnten 1214 Probanden einbezogen werden, bei denen weder Eisensubstitution noch diagnostizierte hämatologische Erkrankung bestanden.

Methode

Der Fragebogen zum sozialen Status beinhaltete Items zu Schulbildung, beruflicher Qualifikation, beruflicher Stellung und Nettohaushaltseinkommen der Eltern, woraus der mehrdimensionale WSI gebildet wurde (Sozialer Status: niedrig 3 bis 8 Punkte, mittel 9 bis 14 Punkte, hoch 15 bis 21 Punkte) [19–21]. Zusätzlich wurde die FAS als Indikator zum familiären Wohlstand herangezogen. Darin flossen familiärer Besitz eines eigenen Autos, Anzahl der Urlaubsreisen in den letzten 12 Monaten, eigenes Zimmer des Kindes und Anzahl von Computern im Haushalt ein (familiärer Wohlstand: niedrig 0 bis 3 Punkte, mittel 4 bis 5 Punkte, hoch 6 bis 7 Punkte) [22–24].

Venöse Blutproben wurden in EDTA-Vollblut- und Serum-Monovetten (Sarstedt AG&Co, Nümbrecht, Deutschland) gewonnen. Nüchtern-Blutentnahmen waren bei fehlender Forderung durch die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) [25] oder Weltgesundheitsorganisation (WHO) [4] keine notwendige Voraussetzung. Es gab keinen Hinweis auf ikterische, lipämische oder hämolytische Proben. Hämoglobin wurde durch die Sodium-Lauryl-Sulfat-Hämoglobin-Methode bestimmt. Die zur Berechnung von MCV und MCH notwendige Bestimmung der Erythrozytenzahl erfolgte durch Impendanzmessung und hypodynamischer Fokussierung, gleichzeitig wurde der Hämatokrit per kumulativer Impulshöhensummierung berechnet (jeweils Sysmex XN-9000, Sysmex Deutschland GmbH, Norderstedt, Deutschland). MCV lässt sich durch die Division des Hämatokrits durch die Erythrozytenzahl und MCH durch die Division der Hämoglobinkonzentration des Blutes durch die Anzahl der Erythrozyten berechnen. Mittels cobas 8000 wurde Transferrin durch immunologische Trübungstests (c-Modul) und Ferritin durch Elektrochemilumineszenz-Immunoassays (e-Modul) (jeweils Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Deutschland) ermittelt.

Anämie wurde als Unterschreitung des altersentsprechenden Hämoglobin-Mittelwertes um mehr als zwei Standardabweichungen definiert [25]. Eisenmangelzustände wurden, angelehnt an die AWMF-Leitlinie zur Eisenmangeldiagnostik bei Kindern [25], klassifiziert in latenten Eisenmangel (Verminderung von Ferritin bei normalem Hämoglobin, MCV und MCH), manifesten Eisenmangel mit vermindertem Gesamtkörpereisen (Verminderung von Hämoglobin, MCV und Ferritin) sowie manifesten Eisenmangel mit normalem oder erhöhtem Gesamtkörpereisen (Erniedrigung von Hämoglobin und MCV, normales oder erhöhtes Ferritin und Erhöhung von C-reaktivem Protein (CRP)).

Die Datenanalyse erfolgte mittels PASW Statistics für Windows Version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) sowie der Statistiksoftware R [26]. Die Häufigkeiten des Auftretens von Anämie und der verschiedenen Eisenmangelzustände wurden erhoben sowie dessen Zusammenhang separat zu sozialem Status über WSI und familiärem Wohlstand über FAS in logistischen Regressionsmodellen beurteilt. Weiterhin wurden lineare Regressionsanalysen hinsichtlich Hämoglobin, MCV, MCH, Ferritin und Transferrin als Zielvariablen und sozialem Status (WSI) und familiärem Wohlstand (FAS) separat als Prädiktoren durchgeführt. Die Laborparameter wurden als altersadaptierte Z-Scores einbezogen und das Geschlecht als Kovariable integriert.

# Ergebnisse

Die Gruppe von Kindern mit mittlerem sozialem Status der Eltern war am stärksten besetzt (44,5%), gefolgt von Kindern mit hohem Sozialstatus (42,7%). Dies war bezogen auf familiären Wohlstand sogar noch stärker ausgeprägt. Eine Anämie wiesen 4,2%, einen latenten Eisenmangel 7,2%, einen manifesten Eisenmangel mit vermindertem Gesamteisen 0,5% und mit normalem bis erhöhtem Gesamteisen 0,08% der Kinder auf. Diese und andere Charakteristika sind in Tab.1 und die Alterverteilung in Abb.1 dargestellt.

Eine Anämie hing signifikant mit abnehmendem WSI (p=0,018) sowie abnehmender FAS (p=0,002) zusammen (Tab.2). Das Auftreten der verschiedenen Eisenmangelzustände hing allerdings weder mit WSI noch mit FAS signifikant zusammen (Tab.2).

Weiterhin erfolgte die Ermittlung von Zusammenhängen zwischen den Laborparametern und WSI sowie FAS mittels linearer Regressionsmodelle (Tab.3). Der Hämoglobin-z-Score stieg im Mittel um 0,25 von niedrigem zu hohem Sozialstatus an (Abb.2a). Dieser Trend wurde als signifikanter Zusammenhang zwischen steigendem WSI und zunehmenden Werten für Hämoglobin bestätigt (p=0,012). Bzgl. des familiären Wohlstands war ein Anstieg der Mittelwerte von einem Hämoglobin‑z‑Score um 0,44 von geringem zu hohem familiärem Wohlstand zu verzeichnen (Abb.2b). Steigende FAS ging mit signifikant höheren Werten für Hämoglobin einher (p<0,001). Die Mittelwerte der z-Scores für MCV stiegen mit steigendem Sozialstatus von ‑0,23 auf 0,08 und mit steigendem familiärem Wohlstand von ‑0,24 auf 0,1 an (Abb.2a+b). Dies stellte sich als signifikanter Zusammenhang zum WSI (p<0,001) sowie zur FAS (p=0,001) dar. Für MCH nahmen die Mittelwerte der z-Scores von ‑0,28 bis 0,09 mit steigendem Sozialstatus und von ‑0,36 bis 0,09 mit steigendem familiärem Wohlstand zu (Abb.2a+b). Auch die entsprechenden Regressionsmodelle wiesen signifikante Zusammenhänge zu WSI (p<0,001) und FAS (p<0,001) auf. Die Mittelwerte der Ferritin-z-Scores lagen bei -0,05, 0,02 und -0,002 sortiert nach aufsteigendem sozialen Status und bei -0,07, -0,08 und 0,07 sortiert nach aufsteigendem familiären Wohlstand (Abb.2a+b). Ferritin wies dabei keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zum WSI (p=0,742), aber zur FAS (p=0,028) auf. Die Mittelwerte der Transferrin-z-Scores waren mit steigendem sozialem Status von 0,23 zu -0,07 und mit steigendem familiärem Wohlstand von 0,16 auf -0,09 abnehmend (Abb.2a+b). Die Regressionsmodelle zum WSI (p<0,001) und zur FAS (p=0,001) für Transferrin zeigten negativ signifikante Zusammenhänge.

# Diskussion

Die Ergebnisse reihen sich in beschriebene Auftretenswahrscheinlichkeiten anderer Studien ein. Looker et al. beschreiben ein Auftreten einer Eisenmangelanämie in Industrieländern von 4,3% bis 20%, abhängig von Alter und Geschlecht [2]. Mit einem 0,6%‑igem Auftreten von manifestem Eisenmangel unterschreitet unsere Studie diese Zahlen deutlich. Während die von NHANES III erhobenen Daten von Kindern im Alter von 6 bis 16 Jahren in den USA mit einer Rate von 3% mit Anzeichen von Eisenmangel mit und ohne Anämie in unserer Studie mit 7,8% deutlich überschritten werden [27]. Auch wenn diese Daten auf unterschiedliche Methoden in unterschiedlichen Populationen beruhen verdeutlichen sie die Bandbreite und Bedeutung der Eisenmangelanämie.

Außerdem zeigt sich, dass das Auftreten von Anämie mit dem Sozialstatus der Eltern und dem familiären Wohlstand zusammenhängt. Dies ergänzt Studien, die verschiedene sozioökonomische Faktoren, wie Schulbildung der betreuenden Personen, Einkommen, Wohnbedingungen, Sanitärversorgung, Zahl der Geschwister und Qualität der medizinischen Versorgung in der Anämieentwicklung ausmachen konnten [28–31]. Ein Zusammenhang des Eisenmangels zu den sozioökonomischen Kenngrößen konnte in der vorliegenden Studie nicht festgestellt werden. Die Aussagekraft hierzu ist allerdings bei insgesamt sehr geringem Auftreten in der Stichprobe eingeschränkt.

Allerdings hängen Hämoglobin, MCV, MCH, Ferritin und Transferrin mit dem sozialen Status und familiären Wohlstand zusammen. Der Einbezug von CRP als adjustierenden Faktor wurde diskutiert. Bei eigenständigen Zusammenhängen zu den sozioökonomischen Kenngrößen wurde davon abgesehen, da die Adjustierung die Signifikanzen der entsprechenden Modelle gemindert hätte. Als adjustierende Faktoren wurden hingegen Alter und Geschlecht einbezogen, um den spezifischen Parameterverläufen Genüge zu tun [32]. Auf Eisenmangel hinweisende, subklinische Befunde wie Hämoglobin-, Ferritin-, MCV- und MCH-Erniedrigung sowie Transferrinerhöhung waren mit niedrigem sozialen Status und familiärem Wohlstand assoziiert. Die Ergebnisse zeigen, dass soziale Determinanten nicht nur in Entwicklungsländern, sondern ebenso in Industrienationen mit einem Eisenmangelprofilrisiko assoziiert sind. Dies unterstreicht die nicht zu unterschätzende Relevanz von Eisenmangel in industrialisierten Ländern [33, 34]. Das relativ hohe Auftreten eines Eisenmangels trotz einer guten Grundversorgung kann aber auch Ausdruck möglicher Vorteile eines Eisenmangels sein. Es gibt Belege, die vermuten lassen, dass Eisenmangel die Rate an Todesfällen während epidemischen infektiösen Krankheiten (z.B. Malaria, Tuberkulose, Influenza) reduziert hat und somit eine positive Selektion von Eisenmangel-Phänotypen stattfand und für einen Anstieg bzw. keinen Abfall des Eisenmangels geführt hat. Das phänotypische Auftreten des Eisenmangels könnte also abhängig von der Stärke des Selektionsdruck durch infektiöse Erkrankungen sein [35, 36]. Trotz dessen der Eisenmangel demnach auch im Kontext eines Benefits im Hinterkopf bleiben sollte, muss diesem aufgrund des immensen Aufkommens in der Weltbevölkerung Aufmerksamkeit entgegen gebracht werden. Schwerwiegende Folgen eines Eisenmangels, wie kognitive Defizite können schließlich zu ökonomischen und sozialen Lasten beitragen. Außerdem war die Beurteilung der Verteilung eisenabhängiger Parameter und des Auftretens von Eisenmangel und Eisenmangelanämie notwendig um zu eröffnen, wo präventive Maßnahmen aber auch Interventionen gebraucht werden, die adäquat und populationsbezogen angewandt werden müssen [37]. Auch wenn sich aufgrund des multifaktoriellen Erklärungskonzept nicht abschließend klären lässt, welche Teilvariablen der sozioökonomischen Kenngrößen ausschlaggebend für die hier nachgewiesenen Zusammenhänge sind, lehrt uns diese Studie das Augenmerk in Bezug auf Prävalenz, Diagnostik und Prophylaxe von Anämie oder Eisenmangel hinsichtlich sozialer Faktoren zu schärfen. Die Verzahnung der Teilaspekte wurde diskutiert. Allerdings wurde von einer Einzelbetrachtung der Dimensionen Abstand genommen, da Interaktionen und kausale Zusammenhänge bzgl. sozialer Faktoren nicht abschließend geklärt sind und somit zugunsten zertifizierter mehrdimensionaler Indices entschieden. Es gilt zu bedenken, was den sozialen Status ausmacht und welche Mechnismen zur Entwicklung von Mangelzuständen beitragen. Die Hauptaspekte sind Bildung und Einkommen, welche v. a. Einfluss nehmen auf Ernährung, Ernährungsbewusstsein, Bewegung, Wohnbedingungen, finanzielle Mittel, Gesundheitsbewusstsein und Vorliegen von Adipositas.

Der Datensatz entspricht bzgl. seiner deskriptiven Merkmale weitestgehend denen der Leipziger Allgemeinbevölkerung im selben Alter. Allerdings sind Kinder mit niedrigem sozialen Status und familiärem Wohlstand unterrepräsentiert. Der Anteil von LIFE Child Familien mit einem Monatsnettoeinkommen ab 2000 € (69,4%) ist doppelt so hoch wie der entsprechende Anteil der Haushalte der Stadt Leipzig (34%). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bezüglich eines Hochschulabschlusses bei den Müttern [35]. Die beschriebene Problematik lässt sich am ehesten darin begründen, dass Freiwillige rekrutiert wurden und damit die Eigeninitiative der Teilnehmer und das eigene Gesundheitsinteresse notwendige Voraussetzungen darstellen, die vermutlich bei niedrigem sozialen Status geringer ausgeprägt sind. Der beobachtete Bias lässt vermuten, dass bei stärkerer Präsenz der niedrigen sozialen Gruppen die beobachteten Effekte sogar verstärkt werden, da hier eine ungewollte Selektion gesünderer und gesundheitsbewussterer Familien erfolgte. Weiterhin muss erwähnt werden, dass in den AWMF-Leitlinien mitbenannte Blutparameter, wie Transferrinrezeptor und Retikulozyten-Hämoglobin, nicht erhoben wurden und auch keine Aussage über das Auftreten von Eisenmangel bei ebenfalls risikobehafteten Kindern unter 2,5 Jahren getroffen werden kann, da Ferritin und Transferrin in diesem Altersabschnitt nicht erhoben wurden.

Schlussfolgerung

Es ist zusammenfassend davon auszugehen, dass Kinder mit niedrigem sozialen Status und geringem familiärem Wohlstand ein größeres Risiko für relevante physische und psychische Störungen, verursacht durch Eisenmangel oder –anämie, tragen. Somit wird die Vermutung früherer Studien aus anderen Ländern zu unterschiedlichen Gesundheitschancen abhängig von sozialen Faktoren bestärkt [11–16]. Insgesamt unterstreicht die vorliegende Studie die Bedeutung des Eisenmangels im Kindesalter und die Zusammenhänge diesbezüglich zu sozialem Status und familiären Wohlstand. Erstmals wird die Relevanz dieser Thematik nicht nur in Entwicklungsländern, sondern auch in einer Industrienation wie Deutschland dargestellt.

# Danksagung

Diese Publikation wurde gefördert durch LIFE - Leipziger Forschungszentrum für Zivilisationserkrankungen. LIFE wird finanziert aus Mitteln der Europäischen Union durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und aus Mitteln des Freistaates Sachsen im Rahmen der Landesexzellenzinitiative.

# Einhaltung ethischer Richtlinien

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommission (Reg. No. 264-10-19042010), im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Von allen beteiligten Patienten liegt eine Einverständniserklärung vor.

Literatur

1 Iron deficiency update. In: United Nations System Standing Comittee on Nutrition, World Health Organization, Hrsg. 4th Report - The World Nutrition Situation: Nutrition throughout the Life Cycle. Geneva; 2000: 36–41

2 *Looker AC, Cogswell ME, Gunter EW*. Iron Deficiency --- United States, 1999--2000 (11.10.2002). Online: http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5140a1.htm letzter Zugriff: 05.10.2015

3 *Black RE, Allen LH, Bhutta ZA et al.* Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. Lancet 2008; 371: 243–260

4 *World Health Organization, Centers for Disease Control and Prevention*. Assessing the iron status of populations. Second edition, including Literature Reviews. Geneva: World Health Organization, Dept. of Nutrition for Health and Development; Centers for Disease Control and Prevention, Division of Nutrition and Physical Activity, International Micronutrient Malnutrition Prevention and Control Program; 2007

5 *Sandstead HH*. Causes of iron and zinc deficiencies and their effects on brain. The Journal of nutrition 2000; 130: 347S-349S

6 *Murray-Kolb LE*. Iron and brain functions. Current opinion in clinical nutrition and metabolic care 2013; 16: 703–707

7 *Walter T, Andraca I de, Chadud P et al.* Iron deficiency anemia: adverse effects on infant psychomotor development. Pediatrics 1989; 84: 7–17

8 *Lozoff B, Klein NK, Nelson EC et al.* Behavior of infants with iron-deficiency anemia. Child development 1998; 69: 24–36

9 *Smith GD, Bartley M, Blane D*. The Black report on socioeconomic inequalities in health 10 years on. BMJ (Clinical research ed.) 1990; 301: 373–377

10 *Richter M, Korholz D*. The Social Dimension of Adolescent Health: Challenges for Paediatric Research and Practice. Klinische Padiatrie 2015; 227: 193–198

11 *Case A, Lubotsky D, Paxson C*. Economic Status and Health in Childhood: The Origins of the Gradient. The American Economic Review 2002; 92: 1308–1334

12 *Currie J, Stabile M*. Socioeconomic Status and Child Health: Why Is the Relationship Stronger for Older Children? AER 2003; 93: 1813–1823

13 *Currie A, Shields MA, Price SW*. The child health/family income gradient: Evidence from England. J Health Econ 2007; 26: 213–232

14 *Khanam R, Nghiem HS, Connelly LB*. Child health and the income gradient: evidence from Australia. J Health Econ 2009; 28: 805–817

15 *Cameron L, Williams J*. Is the Relationship between Socioeconomic Status and Health Stronger for Older Children in Developing Countries? Demography 2009; 46: 303–324

16 *Reinhold S, Jurges H*. Parental income and child health in Germany. Health Econ 2012; 21: 562–579

17 *Quante M, Hesse M, Döhnert M et al.* The LIFE child study: a life course approach to disease and health. BMC public health 2012; 12: 1021–1034

18 *Zimmermann MB, Hurrell RF*. Nutritional iron deficiency. Lancet 2007; 370: 511–520

19 *Winkler J*. Die Messung des sozialen Status mit Hilfe eines Index in den Gesundheitssurveys der DHP. RKI-Schriften 1998: 69-74

20 *Winkler J, Stolzenberg H*. Der Sozialschichtindex im Bundes-Gesundheitssurvey. Gesundheitswesen 1999; 61: S178-S183

21 *Winkler J, Stolzenberg H*. Adjustierung des Sozialen-Schicht-Index für die Anwendung im Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS) 2003/2006. Wismar: Hochsch., Fakultät für Wirtschaftswiss; HWS-Hochsch.-Wismar-Service; 2009

22 *Richter M*. Gesundheit und Gesundheitsverhalten im Jugendalter. Der Einfluss sozialer Ungleichheit. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; 2005

23 *Roberts C, Freeman J, Samdal O et al.* The Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: methodological developments and current tensions. Int J Public Health 2009; 54: 140-150

24 *Currie C, Molcho M, Boyce W et al.* Researching health inequalities in adolescents: the development of the Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) family affluence scale. Social science & medicine (1982) 2008; 66: 1429–1436

25 *Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.* Langfassung der Leitlinie "Eisenmangelanämie" (01.12.2010). Online: http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/025-021.html letzter Zugriff: 31.08.2015

26 *R Core Team*. R: A Language and Environment for Statistical Computing (2014). Online: http://www.R-project.org/

27 *Halterman JS, Kaczorowski JM, Aligne CA et al.* Iron deficiency and cognitive achievement among school-aged children and adolescents in the United States. Pediatrics 2001; 107: 1381–1386

28 *Choi H, Lee H, Jang HB et al.* Effects of maternal education on diet, anemia, and iron deficiency in Korean school-aged children. BMC Public Health 2011; 11: 870

29 *Levy-Costa RB, Monteiro CA*. Consumo de leite de vaca e anemia na infância no Município de São Paulo. Rev Saude Publica 2004; 38: 797–803

30 *Neuman NA, Tanaka OY, Szarfarc SC et al.* Prevalência e fatores de risco para anemia no Sul do Brasil. Rev Saude Publica 2000; 34: 56–63

31 *Silva LS, Giuglian ER, Aerts DR*. Prevalência e determinantes de anemia em crianças de Porto Alegre, RS, Brasil. Rev Saude Publica 2001; 35: 66–73

32 *Rieger K, Vogel M, Engel C et al.* Referenzintervalle für eisenabhängige Blutparameter bei Kindern und Jugendlichen: Ergebnisse einer populationsgestützten Kohortenstudie (LIFE Child). J Lab Med 2016; 40: 31–41

33 *World Health Organization*. Prevalence and epidemiology of iron deficiency. In: World Health Organization, Hrsg. Iron deficiency anaemia. Assessment, prevention, and control : a guide for programme managers. Geneva: WHO; 2001: 15–17

34 *Szczuko M, Gutowska I, Seidler T et al.* Risk of anaemia in population of healthy young people inhabiting a region in central europe. J Nutr 2013; 2013: 646429

35 *Denic S, Agarwal MM*. Nutritional iron deficiency: an evolutionary perspective. Nutrition 2007; 23: 603–614

36 *Allen SJ, O'Donnell A, Alexander ND et al.* alpha+-Thalassemia protects children against disease caused by other infections as well as malaria. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 1997; 94: 14736–14741

37 Workshop Background, Goals, and Recommendations. In: UNICEF,UNU,WHO,MI, Hrsg. Preventing iron deficiency in women and children. Background and consensus on key technical issues and resources for advocacy, planning, and implementing national programmes : UNICEF/UNU/WHO/MI Technical Workshop, UNICEF, New York, 7-9 October, 1998. Ottawa: Micronutrient Initiative; 1999: 5–9

38 *Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen*. Statistisches Jahrbuch 2016. Online: http://statistik.leipzig.de/statpubl/content/12\_statistik-und-wahlen/jahrbuecher/Kapitel02.pdf

39 *Kromeyer-Hauschild K, Wabitsch M, Kunze D et al.* Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. Monatsschr Kinderheilkd 2001; 149: 807-818

# Tabellen

Tab. Deskription des Auswertedatensatzes nach ausgewählten Charakterisika aufgetrennt nach Geschlecht (n=1214).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Charakteristika | Jungen | Mädchen | Gesamt |
| Anzahl (%) | 628 (51,7) | 586 (48,3) | 1214 |
| Body-Mass-Index-SDS Mittelwert (SD) a | 0,21 (1,2) | 0,26 (1,27) | 0,237 (1,24) |
| Blutparameter-SDS Mittelwert (SD) b |  |  |  |
| Hämoglobin | 0,18 (1,02) | -0,19 (0,95) | -0,0004 (1,0) |
| Ferritin | 0,06 (0,98) | -0,06 (1,02) | 0,0003 (1,0) |
| Transferrin | 0,001 (0,99) | 0,02 (1,01) | 0,008 (1,0) |
| MCV | -0,22 (0,97) | 0,23 (0,98) | 0,0006 (1,0) |
| MCH | -0,07 (0,99) | 0,08 (0,99) | 0,003 (1,0) |
| Sozialer Status der Eltern (%) c |  |  |  |
| Niedriger sozialer Status | 82 | 73 | 155 (12,8) |
| Mittlerer sozialer Status | 279 | 262 | 541 (44,5) |
| Hoher sozialer Status | 267 | 251 | 518 (42,7) |
| Familiärer Wohlstand (%) d |  |  |  |
| Niedrig | 62 | 66 | 128 (10,5) |
| Mittel | 234 | 226 | 460 (37,9) |
| Hoch | 332 | 294 | 626 (51,6) |
| Eisenmangelzustände (%) e |  |  |  |
| Latent | 51 (4,2) | 36 (2,97) | 87 (7,2) |
| Manifest mit erniedrigtem Gesamteisen | 2 (0,16) | 4 (0,33) | 6 (0,5) |
| Manifest mit normalem oder erhöhtem Gesamteisen | 0 | 1 (0,08) | 1 (0,08) |
| Anämie unbekannter Ursache (%) e | 27 (2,2) | 24 (1,98) | 51 (4,2) |
| a Standard Deviation Score nach Kromeyer Hauschild [39].  b Standard Deviation Score der hiesigen Studienpopulation.  c Kategorien des sozialen Status ergeben sich aus den Einzelsummen des WSI: 3 bis 8 Punkte - Unterschicht, 9 bis 14 Punkte - Mittelschicht, 15 bis 21 Punkte – Oberschicht.  d Kategorien des familiären Wohlstands ergeben sich aus den Einzelsummen des Family Affluance Scale: 0 bis 3 Punkte - niedrig, 4 bis 5 Punkte - mittel, 6 bis 7 Punkte - hoch.  e Einteilung nach Klassifikation und Grenzwerten der AWMF-Leitlinie zur Eisenmangelanämiediagnostik im Kindesalter [25]. | | | |

Tab. 2 Zusammenfassung der Ergebnisse der logistischen Regressionsmodelle zum Auftreten von Anämie unbekannter Ursache (n=51), latentem (n=87), manifesten Eisenmangel mit erniedrigtem (n=6) und normalem oder erhöhtem Gesamteisen (n=1) nach AWMF-Angaben [25] als abhängige und Winkler-Stolzenberg-Index (WSI) sowie Family Affluence Scale (FAS) als seperate unabhängige Variablen. Grundlage bildet ein Auswertedatensatz von n=1214. Es zeigen sich signifikante Modelle (fett markiert) zum WSI und FAS bei Anämie unbekannter Ursache.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Regressionsmodelle | OR a | KI b | p c |
| Anämie unbekannter Ursache |  |  |  |
| WSI | 0,93 | 0,87; 0,99 | **0,018** |
| FAS | 0,74 | 0,61; 0,89 | **0,002** |
| Latenter Eisenmangel |  |  |  |
| WSI | 0,98 | 0,93; 1,03 | 0,368 |
| FAS | 0,87 | 0,75; 1,03 | 0,095 |
| Manifester Eisenmangel mit erniedrigtem Gesamteisen |  |  |  |
| WSI | 0,94 | 0,78; 1,14 | 0,534 |
| FAS | 0,76 | 0,45; 1,38 | 0,339 |
| Manifester Eisenmangel mit normalem oder erhöhtem Gesamteisen |  |  |  |
| WSI | 0,78 | 0,41; 1,24 | 0,339 |
| FAS | 0,83 | 0,21; 4,74 | 0,79 |
| a OR gibt das Odds Ratio an, b 95 % - Konfidenzintervall für OR, c zweiseitige Signifikanz p < 0,05. | | | |

Tab. 3 Zusammenfassung der Ergebnisse der linearen Regressionsmodelle zu Hämoglobin, MCV, MCH, Ferritin und Transferrin als abhängige und Winkler-Stolzenberg-Index (WSI) sowie Family Affluence Scale (FAS) als seperate unabhängige Variablen. Die Ergebnisse entsprechen alters- und geschlechtsadaptierten Werten. Grundlage bildet eine Stichprobe (n=1214) der LIFE Child Kohorte. Es zeigen sich signifikante Modelle (fett markiert) zum WSI und FAS bei Hämoglobin, MCV, MCH und Transferrin, sowie zum FAS bei Ferritin.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Regressionsmodelle | B a | KI b | p c |
| Hämoglobin |  |  |  |
| WSI | 0,016 | 0,004; 0,03 | **0,012** |
| FAS | 0,102 | 0,06; 0,14 | **< 0,001** |
| MCV |  |  |  |
| WSI | 0,028 | 0,015; 0,04 | **< 0,001** |
| FAS | 0,071 | 0,029; 0,112 | **0,001** |
| MCH |  |  |  |
| WSI | 0,029 | 0,016; 0,042 | **< 0,001** |
| FAS | 0,08 | 0,038; 0,122 | **< 0,001** |
| Ferritin |  |  |  |
| WSI | 0,002 | -0,011; 0,015 | 0,742 |
| FAS | 0,047 | 0,005; 0,089 | **0,028** |
| Transferrin |  |  |  |
| WSI | -0,025 | -0,038; -0,012 | **< 0,001** |
| FAS | -0,069 | -0,111; -0,027 | **0,001** |
| a B gibt den Regressionskoeffizienten an, b 95 % - Konfidenzintervall für B, c zweiseitige Signifikanz p < 0,05. | | | |

# Abbildungen

Abb. 1 Histogramm zur Alters- und Geschlechtsverteilung der Studienpopulation aus der LIFE Child Kohorte (Gesamt: n=1214, Jungen: n=628, Mädchen: n=586).

Abb. 2 Boxplot (inklusive Mittelwerte) zum Vergleich der sozioökonomischen Kenngrößen bezüglich der altersadaptierten z-Scores des Hämoglobins, MCV, MCH, Ferritins und Transferrins. a Vergleich der drei Ausprägungen des sozialen Status (niedrig (n): n=155, mittel (m): n=541, hoch (h): n=518). b Vergleich der drei Ausprägungen des familiären Wohlstands (niedrig (n): n=128, mittel (m): n=460, hoch (h): n=626).

Abb. 1

Abb. 2