

Refraktionsstatus in einer deutschen pädiatrischen Kohorte: Eine Querschnittsanalyse der LIFE Child-Daten

Manuela Brandt^{1,5}, Christof Meigen^{1,5}, Carolin Truckenbrod^{1,5}, Mandy Vogel^{2,5,6}, Tanja Poulain^{2,5,6}, Anne Jurkutat^{1,5}, Franziska G. Rauscher^{2,5,7}, Wieland Kiess^{3,5,6}, Siegfried Wahl^{4,8,9}

¹ M.Sc. · ² PhD · ³ Prof. Dr. med. · ⁴ Prof. Dr. rer. nat. · ⁵ LIFE Leipziger Forschungszentrum für Zivilisationserkrankungen, Universität Leipzig, Philipp-Rosenthal-Straße 27, 04103 Leipzig, Deutschland · ⁶ Department für Frauen- und Kindermedizin, Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin und Zentrum für Pädiatrische Forschung, Universität Leipzig, Liebigstraße 20a, 04103 Leipzig, Deutschland · ⁷ Institut für medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Universität Leipzig, Härtelstraße 16-18, 04107 Leipzig, Deutschland · ⁸ Forschungsinstitut für Augenheilkunde, Eberhard Karls Universität Tübingen, Elfriede-Aulhorn-Straße 7, 72076 Tübingen, Deutschland · ⁹ Carl Zeiss Vision International GmbH, Elfriede-Aulhorn-Straße 7, 72076 Tübingen, Deutschland

Eingereicht 11. Januar 2021; angenommen 3. März 2021
Received 11 January 2021; accepted 3 March 2021

Zusammenfassung

Zweck. Die Häufigkeit der Myopie bei Kindern und Jugendlichen ist weltweit unterschiedlich, wobei die Prävalenzraten in ostasiatischen Ländern besonders hoch sind. Ziel dieser Studie war es, den refraktiven Status bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland zu beschreiben.

Material und Methoden. Der Refraktionsstatus von 1934 Teilnehmern (925 Mädchen/1009 Jungen) der LIFE Child Studie (Leipzig, Deutschland) im Alter von 3 bis 16 Jahren (Mittelwert = $9,05 \pm 3,91$) wurde ohne die Gabe eines Zykloplegikums mittels wellenfrontbasierter Autorefraktion gemessen. Die Einteilung des sphärischen Äquivalents (SÄ) war $\leq -0,75$ Dioptrien (dpt) für Myopie, $-0,75 \text{ dpt} < \text{SÄ} < +0,75 \text{ dpt}$ für Emmetropie und $\text{SÄ} \geq +0,75 \text{ dpt}$ für Hyperopie. Astigmatismus wurde als Zylinder $\leq -0,75 \text{ dpt}$ eingeteilt. Anisometropie wurde als eine Differenz des SÄ $\geq 1,0 \text{ dpt}$ zwischen beiden Augen definiert.

Ergebnisse. Die Analyse ergab, dass der Refraktionsfehler mit zunehmendem Alter myoper war ($b = -0,08$; $p < 0,001$), mit einer beobachteten Prävalenz der Myopie von 27 % bei 16-jährigen Kindern (4 % bei 3-jährigen Kindern). Da Messungen ohne Zykloplegie dazu tendieren, den Refraktionsfehler

bei Myopen zu überschätzen und bei Hyperopen zu unterschätzen, könnte die Prävalenz der Myopie überschätzt worden und die tatsächliche Prävalenz der Myopie sogar geringer sein. Die Prävalenz der Anisometropie nahm ebenfalls mit zunehmendem Alter zu (OR = 1,14; beobachtete Prävalenz bei 3-Jährigen war 2,3 % beziehungsweise 8,1 % bei 16-Jährigen). Die Prävalenz von Astigmatismus betrug 11,8 %.

Fazit. Die Prävalenz der Myopie bei deutschen Kindern im Alter zwischen 3 und 16 Jahren liegt bei circa 10 % oder sogar darunter, wenn man berücksichtigt, dass die Messungen nicht in Zykloplegie durchgeführt wurden. Die vorliegenden Ergebnisse sind vergleichbar mit anderen in Europa durchgeführten pädiatrischen Studien. Im Vergleich zu ostasiatischen Ländern ist die Myopieprävalenz und damit das Risiko für Augenerkrankungen, die mit einer hohen Myopie einhergehen, in Deutschland deutlich geringer.

Schlüsselwörter

Myopie, Prävalenz, Refraktion, Anisometropie, Astigmatismus, Hyperopie

Refractive status in a German pediatric cohort: A cross-sectional Analysis of the LIFE Child data

Abstract

Purpose. Current prevalence rates of myopia in children and adolescents vary all over the world, with especially high prevalence rates in East Asian countries. The objective of this study was to describe the refractive status in children and adolescents growing up in Germany.

Material and Methods. Non-cycloplegic refractive status of children of the LIFE Child study in Leipzig, Germany, was measured by wavefront-based autorefraction in 1934 subjects (925 girls / 1009 boys), aged 3 to 16 years (mean = 9.05 ± 3.91). Myopia was defined as spherical equivalent refractive error (SE) ≤ -0.75 diopters (D), emmetropia as $-0.75 \text{ D} < \text{SE} < +0.75 \text{ D}$, hyperopia as $\text{SE} \geq +0.75 \text{ D}$ and astigmatism as cylinder $\leq -0.75 \text{ D}$. Anisometropia was defined as a difference of $\geq 1.0 \text{ D}$ in the SE between the two eyes.

Results. Analysis revealed that refractive error became more myopic with older age ($b = -0.08$, $p < 0.001$), with an observed prevalence of myopia of 27 % in 16-year-old children (4 % in 3-year-olds). The true prevalence of myopia might be lower

as non-cycloplegic measurements might overestimate refractive error in myopes and underestimate refractive error in hyperopes which in turn may overestimate the prevalence of myopia. The prevalence of anisometropia also increased with growing age (OR = 1.14, observed prevalence in 3- versus 16-year-olds = 2.3 % and 8.1 %, respectively). The prevalence of astigmatism was 11.8 %.

Conclusion. Myopia prevalence in German children aged 3 to 16 years is around or even less than 10 %, taking into consideration that measurements were carried out without cycloplegia. Our results are comparable to other European paediatric studies. In comparison to East-Asian countries myopia prevalence, and thus the risk for eye diseases related to high myopia, is much lower in Germany.

Keywords

Myopia, prevalence, refraction, anisometropia, astigmatism, hyperopia

Einleitung

Unkorrigierte Refraktionsfehler sind weltweit die häufigste Ursache für eine mäßige oder schwere Sehbehinderung in der Ferne und die zweithäufigste Ursache für Blindheit.¹ Myopie ist bei älteren Erwachsenen mit einem erhöhten Risiko für Glaukom,² myopische Makulopathie³ und Katarakt⁴ verbunden. Das Risiko für pathologische Augenveränderungen wie z. B. Netzhautablösung,⁵ ist bei hohen Myopien erhöht. Hyperopie hingegen ist bei Kindern mit einem höheren Anteil an Strabismus und Anisometropie assoziiert.⁶ Beide sind häufige Ursachen für eine Amblyopie.

Daneben verursachen Sehbehinderungen aufgrund unkorrigierter Myopie weltweit massive wirtschaftliche Kosten. Naidoo et al.⁷ schätzten den weltweiten potenziellen Produktionsverlust infolge unkorrigierter Myopie auf 244 Milliarden US-Dollar. Darüber hinaus prognostizierte Holden,⁸ dass im Jahr 2050 49,8 % der Weltbevölkerung myop und 9,8 % eine hohe Myopie aufweisen werden. Folglich dürften die bereits hohen Kosten stetig steigen.

Der Vergleich verschiedener Daten zur Prävalenz der Myopie im Kindesalter ist aufgrund unterschiedlicher Altersgruppen, variierender refraktiver Messmethoden (z. B. die Verwendung von Zykloplegika) und der Variabilität in der Definition von Myopie schwierig. In Zykloplegie durchgeführ-

te Autorefraktionen bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 5 bis 15 Jahren, ergaben im Iran⁹ eine Myopieprävalenz ($\text{SÄ} \leq -0,5 \text{ dpt}$) von 2,6 % während in China¹⁰ bei 36 % der Teilnehmer eine Myopie festgestellt wurde.

Bislang wurden nur wenige Daten für Europa und insbesondere Deutschland veröffentlicht. In Polen¹¹ wurde bei 13,3 % der Probanden im Alter von 6 bis 18 Jahren eine Myopie festgestellt, wohingegen in Schweden¹² lebende Kinder und Jugendliche zwischen 12 und 13 Jahren Prävalenzraten von 49,7 % aufwiesen. In Großbritannien lag die Myopieprävalenz bei den 6- bis 20-jährigen Studienteilnehmern zwischen 2 % bei den jüngsten und 19 % bei den ältesten Kindern.¹³ Mittels Skiaskopie ohne Zykloplegie veröffentlichten Käsmann-Kellner et al.¹⁴ im Jahr 1998 Prävalenzdaten von 8 % bei deutschen Kindergartenkindern. Knapp 20 Jahre später ermittelte die KiGGS-Studie, eine bundesweite bevölkerungsbasierte Gesundheitsbefragung in Deutschland, eine Prävalenz der Myopie von 13,3 % bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 3 bis 17 Jahren.¹⁵ In dieser Befragung wurde jedoch der Status der Myopie und die Verwendung von Brillen durch die Eltern angegeben. Es muss berücksichtigt werden, dass Eltern nicht immer in der Lage sind, zwischen einer Myopie und einer Hyperopie zu unterscheiden. Das Ergebnis der KiGGS-Studie ähnelt den Beobachtungen einer anderen deutschen Studie, in der eine

Myopieprävalenz von 11,9% bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 2 bis 17 Jahren angegeben wurde.¹⁶ Die Autoren verwendeten Daten zur Korrektur der Fehlsichtigkeiten, welche auf Angaben der Kinder selbst oder elternberichteten Informationen zu verordneten Brillen basierten. Kinder ohne eine Brille können jedoch auch eine Fehlsichtigkeit aufweisen. Zudem können sich die Kriterien oder Grenzwerte für die Verschreibung einer Brille von Augenarzt zu Augenarzt unterscheiden.

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Verteilung des Refraktionsstatus in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht anhand objektiver wellenfrontbasierter Autorefraktionsmessungen in einer großen Kohorte deutscher Kinder und Jugendlicher zu beschreiben.

Material und Methoden

Studienteilnehmer

Die Daten wurden im Zeitraum von Januar 2014 bis Mai 2018 in der LIFE Child Studienambulanz in Leipzig, Deutschland, erhoben. Die LIFE Child-Studie (Versuchsnummer NCT02550236) ist eine longitudinale Kohortenstudie im Kindesalter mit dem Ziel, die gesunde Kindesentwicklung und die Entwicklung von Zivilisationskrankheiten zu untersuchen.^{17,18} Die Teilnehmer der Studie stammen hauptsächlich aus der Stadt Leipzig und dem Umland und werden zwischen der Geburt und dem 18. Lebensjahr über Werbung in verschiedenen Einrichtungen wie Schulen und Gesundheitsämtern rekrutiert. Alle an der Studie interessierten Familien sind zur freiwilligen Teilnahme eingeladen. Kinder, die an chronischen, chromosomalen und syndromalen Erkrankungen leiden, sind ausgeschlossen. Nachfolgende Besuche sind jedes Jahr vorgesehen.

Vor Teilnahme der Kinder erteilten alle Eltern eine schriftliche Einwilligung. Die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Das Studienprotokoll wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig genehmigt (Reg.-Nr. 264/10-ek).

Für die vorliegende Studie wurden Basisberechnungen von 3 bis 16 Jahre alten Kindern und Jugendlichen (n = 1934) analysiert.

Untersuchungsverfahren

Die objektive Refraktionsbestimmung jedes Auges (3 mm Pupillendurchmesser und 12 mm Scheitelpunktabstand) geschah dreimal mit einem wellenfrontbasierten Autorefraktometer (ZEISS i.Profiler plus, Carl Zeiss Vision GmbH, Aalen, Deutschland) ohne die Gabe eines Zykloplegikums. Die Sehschärfe wurde ohne Korrektur mit einem Polatest-Sehprüfgerät (ZEISS i.Polatest, Carl Zeiss Vision GmbH, Aalen, Deutschland) von einem Team aus drei erfahrenen Optometristen nach einem detaillierten Standardverfahren bestimmt. Die Sehschärfeprüfung geschah bei Raumbeleuchtung an Reihenoptotypen in logMAR-Abstufung in

einer Entfernung von 6 m. Für Kinder, die nicht in der Lage waren, Buchstaben zu lesen, wurden Kolt-Test-Optotypen als Reihen- oder Einzeloptotypen präsentiert. Bestanden wurde eine Zeile, wenn drei von fünf Optotypen richtig genannt wurden. Zu jeder Augenuntersuchung wurden frühere oder gegenwärtige Augenkrankheiten dokumentiert. Die Gabe von Zykloplegika wurde von der Ethikkommission abgelehnt. Die Refraktionsbestimmung wurde daher ohne Zykloplegie durchgeführt.

Definition der Refraktionsfehler

Aus der sphärozyklindrischen Kombination wurde das sphärische Äquivalent ($S\ddot{A}$ = Sphäre + Zylinder ÷ 2) berechnet. Für jedes Kind wurde der Median des $S\ddot{A}$ der drei Messungen gewählt. Für alle weiteren Analysen wurden die jeweiligen $S\ddot{A}$ - und Zylinderwerte verwendet. Bei jungen Menschen kann sich aufgrund der fehlenden Zykloplegie das Ergebnis der Autorefraktion in Richtung Myopie verschieben. Der Grund dafür ist eine übermäßige Restakkommodation.¹⁹ Diese Abweichung könnte zu einer Überschätzung der Myopie oder einer Unterschätzung der Hyperopie führen. Basierend auf der Gruppeneinteilung für nicht-zykloplegische Refraktionsbestimmungen in einer systematischen Übersichtsarbeit von Hashemi²⁰ und einer Empfehlung des International Myopia Institute²¹ wurden folgende Definitionen für die Refraktionsfehler verwendet: Myopie: $S\ddot{A} \leq -0,75$ Dioptrien (dpt); Emmetropie: $-0,75 \text{ dpt} < S\ddot{A} < +0,75 \text{ dpt}$; Hyperopie: $S\ddot{A} \geq +0,75 \text{ dpt}$ und Astigmatismus $\leq -0,75 \text{ dpt}$. Anisometropie wurde als eine Differenz des $S\ddot{A} \geq 1,0 \text{ dpt}$ zwischen beiden Augen definiert.²²

Datenanalyse

Alle Analysen wurden mit R, Version 3.3.4, durchgeführt. Zur Prüfung der $S\ddot{A}$ auf Normalverteilung und um den Unterschied der Verteilungen der $S\ddot{A}$ der linken und rechten Augen zu testen, wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test verwendet. Die Korrelationsanalyse nach Spearman wurde durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen dem $S\ddot{A}$ oder der Anisometropie zum Alter zu ermitteln und der Mann-Whitney-U-Test, um auf Geschlechterunterschiede zu testen. Mittels logistischer Regression wurden Odds Ratios (OR) untersucht, um Zusammenhänge zwischen der Prävalenz von Myopie, Emmetropie, Hyperopie oder Anisometropie und dem Alter zu ermitteln. Mögliche Zusammenhänge zwischen der Prävalenz des Refraktionsfehlers und dem Geschlecht wurden durch χ^2 -Tests geprüft. Das Signifikanzniveau alpha wurde auf 0,05 festgelegt. Für alle Studienteilnehmer wurden detaillierte Analysen am rechten Auge durchgeführt.

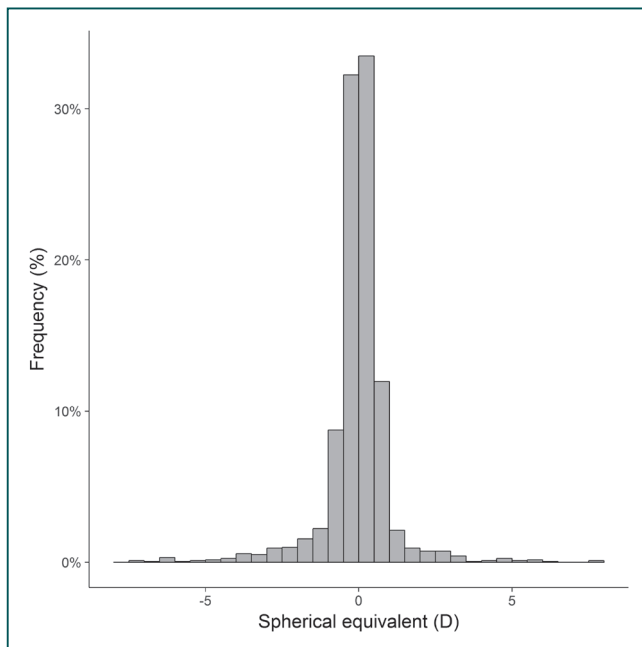


Bild 1: Verteilung der Refraktionsfehler als sphärisches Äquivalent in der Gesamtpopulation ($n = 1934$).

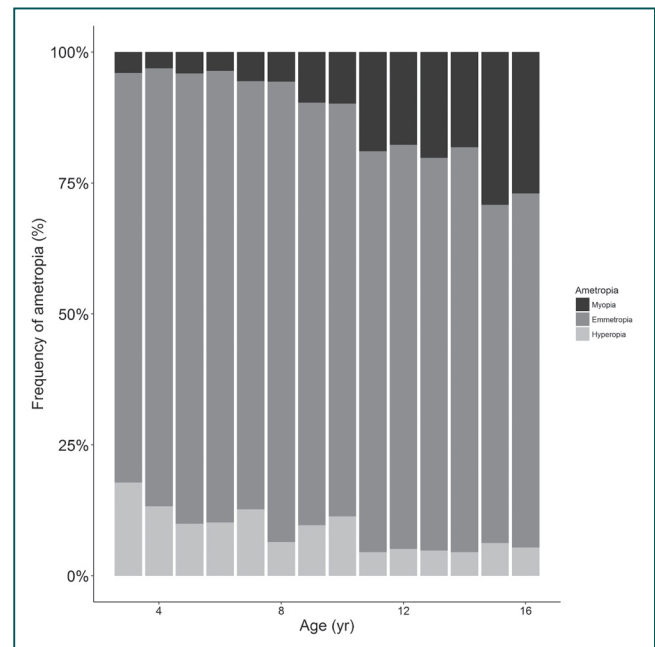


Bild 2: Prävalenz von Emmetropie, Myopie und Hyperopie in Abhängigkeit vom Alter.

Ergebnisse

Myopie, Emmetropie und Hyperopie

Die Stichprobe umfasste 1934 Kinder und Jugendliche (925 Mädchen, 1009 Jungen, Durchschnittsalter = 9,1 Jahre; $SD = 3,9$). Informationen über den von den Eltern selbst-angegebenen sozioökonomischen Status der Familie waren bei 1833 Kindern (95 %) vorhanden. Von diesen Kindern gehörten 11 % zur niedrigen, 57 % zur mittleren und 33 % zur hohen sozialen Schicht. Im Vergleich zu einer großen repräsentativen Stichprobe zeigt diese Verteilung eine leichte Unterrepräsentation der niedrigen sozialen Schicht.²³

Das mittlere SÄ aller 1934 Kinder und Jugendlichen betrug $-0,03$ dpt ($SD = 1,13$ dpt) für das rechte Auge und $-0,04$ dpt ($SD = 1,13$ dpt) für das linke Auge. Es gab keinen signifikanten Unterschied in der Verteilung der SÄ zwischen linken und rechten Augen ($p = 0,95$). Zur übersichtlicheren Veranschaulichung beschreiben die folgenden Ergebnisse nur das rechte Auge.

Das SÄ aller Kinder und Jugendlichen reichte von $-7,36$ dpt bis $+9,05$ dpt und war nicht normalverteilt ($p < 0,0001$). Es gab mehr Personen mit einem SÄ über dem Mittelwert als darunter (1044 gegenüber 890 Personen, siehe **Bild 1**). Insgesamt wurde bei 79,8 % der Kinder und Jugendlichen eine Emmetropie ermittelt. Eine Myopie war bei 10,8 % (mittleres SÄ: $-2,06$ dpt $\pm 1,43$ dpt) und eine Hyperopie bei 9,4 % (mittleres SÄ: $+1,82$ dpt $\pm 1,46$ dpt) vorhanden. Die Prävalenzangaben für die Refraktionsfehler sind in **Tabelle 1** für jedes Lebensjahr dargestellt. Die Daten zeigten mit steigendem Alter eine höhere Prävalenz der Myopie ($OR = 1,24$; $p < 0,0001$) und eine niedrigere Prävalenz der Hyperopie ($OR = 0,90$; $p < 0,0001$). Auch die Prävalenz der Emmetropie

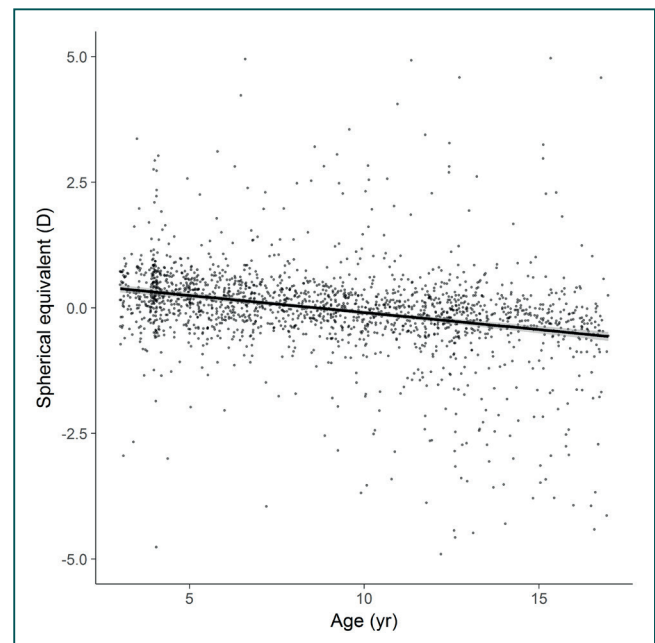


Bild 3: Sphärisches Äquivalent als Funktion des Alters ($r = 0,37$; $p < 0,0001$).

war mit steigendem Alter geringer ($OR = 0,93$; $p < 0,0001$; siehe **Bild 2**). Im Alter von 3 Jahren waren 4,0 % der Studienteilnehmer myop, 78,2 % emmetrop und 17,8 % hyperop. Im Alter von 16 Jahren waren dagegen 27,0 % myop, 67,6 % emmetrop und 5,4 % hyperop. Ein geschlechterspezifischer Unterschied in der Prävalenz von Myopie, Emmetropie und Hyperopie wurde nicht beobachtet ($\chi^2 = 0,70$; $p = 0,71$). Ebenso unterschied sich die Verteilung von Myopie, Emmetropie

Tabelle 1: Prävalenz der Myopie, Emmetropie, Hyperopie, Anisometropie und Astigmatismen bei Kindern von 3 bis 16 Jahren, eingeteilt nach Alter.

Alter (Jahre)	Probanden (n)	Myopie (%)	Emmetropie (%)	Hyperopie (%)	Anisometropie (%)	Astigmatismus (%)
		SÄ ≤ -0,75 dpt	-0,75 dpt > SÄ ≤ +0,5 dpt	SÄ ≥ +0,5 dpt	Unterschied des SÄ ≥ 1,0 dpt	≤ -0,75 dpt
3	174	4,0	78,2	17,8	2,3	10,9
4	226	3,0	83,6	13,3	2,2	15,6
5	171	4,0	86,0	9,9	2,9	9,9
6	167	3,5	86,2	10,2	1,8	10,2
7	126	5,6	81,7	12,7	2,4	9,5
8	124	5,6	87,9	6,5	0	8,1
9	145	9,7	80,7	9,7	2,1	8,3
10	132	9,8	78,8	11,4	6,1	15,9
11	132	18,9	76,5	4,5	5,3	8,3
12	175	17,7	77,1	5,1	5,1	9,7
13	104	20,2	75,0	4,8	2,9	12,5
14	88	18,2	77,3	4,5	4,5	12,5
15	96	29,2	64,6	6,3	11,5	19,8
16	74	27,0	67,6	5,4	8,1	20,3
Gesamt	1934	10,8	79,8	9,4	3,7	11,8

und Hyperopie für Kinder aus der niedrigen, mittleren oder hohen sozialen Schicht nicht ($\chi^2 = 0,70$; $p = 2,70$; $p = 0,61$).

Bild 3 zeigt die Verteilung des SÄ nach Alter mit dazugehöriger Regressionsgerade. Es gab eine kleine negative Korrelation zwischen Alter und SÄ ($R^2 = 0,14$; $p < 0,001$). Mit steigendem Alter nahm der durchschnittliche Refraktionsfehler in Richtung Myopie zu. Im Alter von 3 Jahren wurde ein durchschnittliches SÄ von $+0,29 \text{ dpt} \pm 0,69 \text{ dpt}$ beobachtet, wohingegen das SÄ im Alter von 16 Jahren durchschnittlich $-0,56 \text{ dpt} \pm 1,53 \text{ dpt}$ betrug. Bei Männern lag das durchschnittliche SÄ bei $-0,01 \text{ dpt} \pm 1,14 \text{ dpt}$ und bei Frauen bei $-0,06 \text{ dpt} \pm 1,13 \text{ dpt}$. Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant ($p = 0,38$).

Anisometropie

Eine Anisometropie war bei 3,7 % ($n = 71$) der Studienteilnehmern vorhanden (durchschnittliche Differenz der SÄ zwischen rechtem und linkem Auge: $1,73 \text{ dpt} \pm 1,13 \text{ dpt}$; Spanne von 1,0 dpt bis 7,38 dpt). Die Prävalenz der Anisometropie unterschied sich nicht signifikant zwischen Jungen und Mädchen ($\chi^2 = 1,73$; $p = 1,0$) oder zwischen Kindern aus verschiedenen sozialen Schichten ($\chi^2 = 2,24$; $p = 0,33$). Die

logistische Regression zeigte jedoch einen signifikant positiven Zusammenhang mit zunehmendem Alter ($OR = 1,13$; $p < 0,0001$), d. h. eine Anisometropie war bei älteren Kindern häufiger. Im Alter von 3 Jahren wiesen 2,3 % der Studienteilnehmer eine Anisometropie auf. Im Vergleich dazu lag bei 8,1 % der Jugendlichen im Alter von 16 Jahren eine Anisometropie vor. Von den Probanden mit einer Anisometropie hatten 37 % eine Anisometropie von weniger als 1,25 dpt Differenz. Für die Höhe der Anisometropie wurde keine Abhängigkeit zum Alter ($p = 0,82$) und zum Geschlecht ($p = 0,23$) beobachtet. Bei Kindern mit einer Anisometropie konnte kein signifikanter Unterschied im mittleren SÄ des rechten und linken Auges festgestellt werden, ($p = 0,62$) d. h. keine Seite war signifikant myop oder hyperop.

Astigmatismus

Astigmatismen traten bei 11,8 % ($n = 229$) der Studienteilnehmer auf (mittlerer Zylinder: $-1,34 \text{ dpt} \pm 0,80 \text{ dpt}$; Spanne von $-0,75 \text{ dpt}$ bis $-4,90 \text{ dpt}$; siehe auch **Tabelle 1**). Fast die Hälfte der Kinder und Jugendlichen (48,5 %) mit einem Astigmatismus hatte einen leichten Zylinder zwischen $-1,0 \text{ dpt}$ und $-0,75 \text{ dpt}$. Einen Zylinder von mehr als $-2,5 \text{ dpt}$ zeigten 8,7 %.

Diskussion

Myopie

In der vorliegenden Studie, welche auf Messungen ohne Zyklologie basierte, vergrößerte sich die Myopieprävalenz mit steigendem Alter. So wurde im Alter von 3 Jahren eine Prävalenz von 4,0% und im Alter von 16 Jahren eine Prävalenz von 27,0% beobachtet (Durchschnitt = 10,8%). Zur präzisen Beurteilung des Refraktionsfehlers wird in der Regel die Anwendung von Zyklologika empfohlen, da nicht-zyklogische Messungen dazu neigen, bei jungen Menschen tendenziell myopere Werte für die Sphäre anzuzeigen.¹⁹ Aus ethischen Gründen wurde die Anwendung von Zyklologika in einer so großen Kohorte nicht zugelassen. Wir sind uns bewusst, dass die tatsächliche Prävalenz der Myopie wesentlich geringer ist als unsere Schätzungen, zumal eine kürzlich veröffentlichte Studie signifikante Unterschiede für die Übereinstimmung von nicht-zyklogischen und zyklologischen Messungen mittels wellenfrontbasierter Autorefraktion (gleiches Gerät wie in der vorliegenden Studie) bei deutschen Kindern im Alter von 2 bis 15 Jahren festgestellt hat.²⁴ Die durchschnittliche Differenz für das SÄ ergab eine Abweichung von 0,55 dpt ($p < 0,001$). Die Anwendung dieser Korrektur auf unsere Daten ergibt eine korrigierte geschätzte Prävalenzrate der Myopie von 6,4%. Sankaridurg et al.²⁵ entwickelten eine Methode („Modell B“) zur Ermittlung von myopen Refraktionsfehlern auf Grundlage von nicht-zyklogischer Messung unter Berücksichtigung von Sphäre, Zylinder, Alter und unkorrigierter Sehschärfe. In vergleichbarem Maße analysierten die Autoren eine durchschnittliche Differenz für das SÄ von 0,63 dpt bei in China lebenden Kindern im Alter von 4 bis 15 Jahren. Die Anwendung des Modells von Sankaridurg et al. auf unsere Daten liefert eine korrigierte geschätzte Myopieprävalenz von 7,1%. Diese Prävalenzrate könnte immer noch abweichend sein, da die Autoren der Auffassung sind, dass das Modell möglicherweise für nicht-asiatische Länder und sehr junge Menschen ungeeignet ist, da dort die Hyperopie der überwiegende Refraktionsfehler sein dürfte. Somit kann aus der vorliegenden Studie die genaue Prävalenz der Myopie bei deutschen Kindern und Jugendlichen nicht abgeleitet werden. Die empirischen Messungen legen jedoch in Kombination mit Ergebnissen aus anderen Studien, welche zyklologische und nicht-zyklologische Messungen vergleichen, nahe, dass die wahre Prävalenz unter den berichteten 10,8% liegt. Dies ist ein wichtiges Forschungsergebnis, insbesondere in Anbetracht der jüngsten Entwicklungen in China und ostasiatischen Ländern, die deutlich höhere Prävalenzraten der Myopie aufweisen. In Peking lebende Kinder im Alter von 14 Jahren zeigten bei Messungen ohne Zyklologie eine Myopieprävalenz (ab -1,0 dpt) von 62%. Unter Verwendung desselben Grenzwertes lag in der vorliegenden Studie die Prävalenzrate der Studienteilnehmer gleichen Alters bei 17%. Dieser Unterschied könnte durch eine komplexe Interaktion zwischen zunehmendem Bildungsdruck und vermehrten arbeitsnahen Aktivitäten sowie geringerer Zeit, die in China und ostasiatischen Ländern im Freien verbracht wird, erklärt werden.²⁷ Eine Analyse des Einflusses

dieser und anderer Faktoren in der LIFE Child-Studie würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten.

Die messbasierte Prävalenz von 10,8%, die für deutsche Kinder ermittelt wurde, ist vergleichbar mit früheren selbst- oder elternberichteten Angaben zu Refraktionsfehlern bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland.^{15,16} Sie stimmt auch mit Ergebnissen anderer europäischen Studien überein.^{11,13} Eine internationale quantitative Metaanalyse über Myopieprävalenzen bei kaukasischen Kindern europäischer Abstammung mit Wohnsitz in Europa, Amerika, Australien und Neuseeland ermittelte Prävalenzen von 1,6% für 5-jährige, 6,7% für 10-jährige, 16,7% für 15-jährige und 22,8% für 18-jährige Kinder.²⁸ Kinder und Jugendliche im Alter von 7 bis 16 Jahren, die in Bosnien und Herzegowina²⁹ leben, sowie schwedische Kinder im Alter von 12 bis 13 Jahren¹² zeigten höhere Prävalenzraten (20,4% und 49,7%).

In der vorliegenden Studie wurden keine Geschlechterunterschiede hinsichtlich der Prävalenz der Myopie beobachtet. Dieses Ergebnis wird durch früher veröffentlichte Studien aus Europa¹² oder Ostasien³⁰ bestätigt. Andere europäische¹⁶ und auch asiatische Studien²⁶ beobachteten jedoch eine höhere Prävalenz der Myopie bei Frauen. Diese geschlechtsspezifischen Unterschiede könnten dadurch erklärt werden, dass Frauen mehr in der Nähe arbeiten und weniger im Freien aktiv sind als Männer.³¹

Ähnlich wie in anderen europäischen und asiatischen Studien^{11,16,30} wurde beobachtet, dass mit steigendem Alter nicht nur die Myopieprävalenz zunimmt, sondern auch der mittlere Refraktionsfehler myoper ausfällt. Teile dieser Refraktionsänderung spiegeln den Emmetropisierungsprozess wider, der im Alter von 6 Jahren weitgehend abgeschlossen ist.³² Die Situation in China und den ostasiatischen Ländern unterscheidet sich jedoch von der in der vorliegenden Studie. Im Alter von 16 Jahren hatten 27,0% unserer Studienteilnehmer eine Myopie und wie bereits erwähnt, wird diese Häufigkeit in China und ostasiatischen Ländern, wo auch die Prävalenz der hohen Myopie höher ist, häufig überschritten. Lam et al.³⁰ berichteten, dass 1,8% der chinesischen Schulkinder in Hongkong im Alter von 6 bis 12 Jahren eine hohe Myopie von mehr als -6,0 dpt hatten und in der Studie von You et al.²⁶ waren 4,3% der chinesischen Kinder im Alter von 7 bis 18 Jahren hochmyop. Folglich steigt in diesen Ländern das Risiko für pathologische Augenveränderungen.⁵ In der vorliegenden Studie ist die Anzahl der Kinder und Jugendlichen mit hoher Myopie vergleichsweise gering (0,06%; $n = 12$ für $SÄ \leq -5,0$ dpt und 0,02%; $n = 3$ für $SÄ \leq -6,0$ dpt; siehe auch **Bild 1** und **Bild 2**).

Hyperopie

In der vorliegenden Studie wurde bei 9,4% der untersuchten Probanden eine Hyperopie festgestellt. Zuvor wurde, basierend auf Fragebögen, die von den Eltern ausgefüllt wurden, eine Prävalenz von 5,8% für Kinder und Jugendliche in Deutschland berichtet.¹⁶ Aufgrund der Akkommodation empfinden Kinder mit Hyperopien häufig keine Minderung

der Sehqualität und suchen daher möglicherweise auch nicht den Augenarzt auf. Aus diesem Grund verbleiben hyperope Refraktionsfehler häufig undiagnostiziert. Daher ist die Analyse von Daten von nur brillentragenden Kindern in Studien, ähnlich wie die von Jobke und Kollegen¹⁶, eine deutliche Einschränkung. Die vorliegenden Ergebnisse ähneln den Beobachtungen in den Niederlanden³³ und in Schweden³⁴ mit Prävalenzraten von 7,7 % und 9,1 %. Höhere Prävalenzraten wurden bei australischen Kindern im Alter von 4 bis 12 Jahren beobachtet (38,4 %).³⁵ Des Weiteren zeigen die vorliegenden Ergebnisse eine geringere Prävalenz der Hyperopie bei älteren Kindern, die dem Prozess der Emmetropisierung entspricht. Unterschiede zwischen den Geschlechtern wurden nicht beobachtet. Diese Ergebnisse werden auch von anderen europäischen Studien bestätigt.^{16,36}

Anisometropie

In der vorliegenden Studie war bei 3,7 % aller Kinder und Jugendlichen eine Anisometropie ($\geq 1,0$ dpt) vorhanden. Dieses Ergebnis ist vergleichbar mit Untersuchungen bei schwedischen³⁴ (2,8 %) und niederländischen Kindern³³ (4,6 %). Jung-hans et al.³⁷ hingegen ermittelten bei australischen Kindern eine Prävalenz der Anisometropie von nur 1,4 %.

Astigmatismus

Die in der vorliegenden Studie ermittelte Prävalenz des Astigmatismus von 11,8 % war niedriger als in einer vorhergehenden Studie bei chinesischen Schulkindern im Alter von 4 bis 16 Jahren (36 %).¹⁰ Es wird allerdings vermutet, dass eine höhere Lidspannung bei Asiaten mit einer höheren Astigmatismusprävalenz einhergeht.³⁸ Australische Schulkinder zeigten verglichen mit der vorliegenden Studie ähnliche Prävalenzraten von 8,3 % bei 5-bis 10-jährigen und 10,5 % bei 11- bis 20-jährigen Kindern.³⁹

Stärken & Grenzen

Die vorliegende Arbeit präsentiert erstmals in Deutschland messungsbasierte Daten, die den Refraktionsstatus bei Kindern und Jugendlichen beschreiben. Weitere Stärken waren die große Altersspanne mit einer hohen Teilnahmequote von Kindern in allen Altersgruppen. Die Einschränkung der vorliegenden Studie besteht darin, dass die Zykloplegie aus ethischen und organisatorischen Gründen nicht durchgeführt wurde. Wie bereits erwähnt, kann die Akkommodation den Refraktionsfehler beeinflussen, was zu einer Überschätzung der Myopie oder einer Unterschätzung der Hyperopie führt. Zusätzlich kann eine Hyperopie unentdeckt bleiben. Zuletzt könnte die Verallgemeinerung der Studienergebnisse auf die Gesamtpopulation deutscher Kinder begrenzt sein. Der Grund hierfür ist eine leichte Unterrepräsentation von Kindern aus unteren sozialen Schichten und ländlichen Gebieten in der Stichprobe der LIFE Child-Studie.

Fazit

Die Prävalenz der Myopie bei deutschen Kindern und Jugendlichen steigt mit dem Alter der Kinder. Die Gesamtprävalenz der Myopie bei Kindern in Deutschland im Alter von 3 bis 16 Jahren liegt bei circa 10 % oder sogar darunter, wenn man berücksichtigt, dass die Messungen nicht in Zykloplegie durchgeführt wurden. Die vorliegenden Ergebnisse sind vergleichbar mit anderen europaweiten pädiatrischen Studien. Die durchschnittliche Prävalenz der Myopie ist zwar (noch) geringer als in ostasiatischen Ländern, jedoch stellt sie ein ernst zu nehmendes Gesundheitsproblem dar, z. B. wegen des Risikos von myopiebedingten Folgeerkrankungen im Erwachsenenalter. Das Risiko für diese Erkrankungen, wie myopische Makulopathie und Netzhautablösung, steigt mit zunehmendem Grad der Myopie. Maßnahmen zur Verringerung der Myopie (z. B. durch Einschränkungen von Aktivitäten im Nahbereich und Förderungen von Aktivitäten im Freien) sollten bereits in der frühen Kindheit beginnen und konsequent weiterverfolgt werden.

Interessenkonflikt

Siegfried Wahl ist Angestellter der Firma Carl Zeiss Vision International GmbH. Ein Interessenkonflikt in Bezug auf den Inhalt dieser Forschungsarbeit, welche nach den Regelungen der neutralen wissenschaftlichen Arbeit durchgeführt wurde, besteht nicht.

Danksagungen

Wir danken allen Kindern und Eltern, die an der LIFE Child-Studie teilgenommen haben, sowie allen Forschungsassistenten im LIFE Child-Team. Wir bedanken uns für die Unterstützung der Universität Leipzig für die Publikation im Open Access.

Korrespondierende Autorin



Carolin Truckenbrod
Dipl. Ing. (FH), M.Sc. in Clinical
Ophthalmology

E-Mail:
carolin.truckenbrod@t-online.de

Literatur

- 1 Flaxman, S.R., Bourne, R., R., A., Resnikoff S, et al. (2017). Global causes of blindness and distance vision impairment 1990–2020: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*, 5, 1221–1234.
- 2 Mitchell, P., Hourihan, F., Sandbach, J., Jin Wang, J. (1999). The relationship between glaucoma and myopia. *Ophthalmology*, 106, 2010–2015.
- 3 Bullimore, M.A., Brennan, N.A. (2019). Myopia control: Why each diopter matters. *Optom. Vis. Sci.*, 96, 463–465.
- 4 Lim, R., Mitchell, P., Cumming, R. (1999). Refractive associations with cataract: the Blue Mountains Eye Study. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 106, 2010–2015.

- 5 Flitcroft, D.I. (2012). The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog. Retin. Eye Res.*, 31, 622-660.
- 6 Kulp, M.T., Ying, G.-S., Huang J, et al. (2014). Associations between hyperopia and other vision and refractive error characteristics. *Optom. Vis. Sci.*, 91, 383-389.
- 7 Naidoo, K.S., Frick, T.R., Frick, K.D., et al. (2019). Potential lost productivity resulting from the global burden of myopia: Systematic review, meta-analysis, and modeling. *Ophthalmology*, 126, 338-346.
- 8 Holden, B.A., Frick, T.R., Wilson, D.A., et al. (2016). Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 123, 1036-1042.
- 9 Hashemi, H., Yekta, A., Nabovati, P., Khoshhal, F., Riaz, A., Khabazkhoob, M. (2018). The prevalence of refractive errors in 5-15 year-old population of two underserved rural areas of Iran. *J. Curr. Ophthalmol.*, 30, 250-254.
- 10 Wu, J.F., Bi HS, Wang, S.M., et al. (2013). Refractive error, visual acuity and causes of vision loss in children in Shandong, China. *The Shandong Children Eye Study*. *PLoS One*, 8, 82763.
- 11 Czepita, D., Zejmo, M., Mojsa, A. (2007). Prevalence of myopia and hyperopia in a population of Polish schoolchildren. *Ophthalmic Physiol. Opt.*, 27, 60-65.
- 12 Villarreal, M.G., Ohlsson, J., Abrahamsson, M., Sjöström, A., Sjöstrand, J. (2000). Myopia: The refractive tendency in teenagers. Prevalence of myopia among young teenagers in Sweden. *Acta Ophthalmol. Scand.*, 78, 177-181.
- 13 McCullough, S.J., O'Donoghue, L., Saunders, K.J. (2016). Six year refractive change among white children and young adults: Evidence for significant increase in myopia among white UK children. *PLOS ONE*, 11, e0146332.
- 14 Käsmann-Kellner, B., Heine, M., Pfau, B., Singer, A., Ruprecht, K.W. (1998). Screening-Untersuchung auf Amblyopie, Strabismus und Refraktionsanomalie bei 1030 Kindergartenkindern. *Klin. Monbl. Augenheilkd.*, 213, 166-173.
- 15 Schuster, A.K., Elflein, H.M., Pokora, R., Urschitz, M.S. (2017). Prävalenz und Risikofaktoren der Kurzsichtigkeit bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse der KiGGS-Studie. *Klin. Padiatr.*, 229, 234-240.
- 16 Jobke, S., Kasten, E., Vorwerk, C. (2008). The prevalence rates of refractive errors among children, adolescents, and adults in Germany. *Clin Ophthalmol.*, 2, 601-607.
- 17 Poulain, T., Baber, R., Vogel, M., et al. (2017). The LIFE Child study: a population-based perinatal and pediatric cohort in Germany. *Eur. J. Epidemiol.*, 32, 145-158.
- 18 Quante, M., Hesse, M., Döhnert, M., et al. (2012). The LIFE child study: a life course approach to disease and health. *BMC Public Health*, 12, 1021.
- 19 Lin, Z., Vasudevan, B., Ciuffreda, K.J, et al. (2017). The difference between cycloplegic and non-cycloplegic autorefraction and its association with progression of refractive error in Beijing urban children. *Ophthalmic Physiol. Opt.*, 37, 489-497.
- 20 Hashemi, H., Fotouhi, A., Yekta, A., Pakzad, R., Ostadimoghaddam, H., Khabazkhoob, M. (2018). Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis. *J. Curr. Ophthalmol.*, 30, 3-22.
- 21 Flitcroft, D.I., He, M., Jonas, J.B., et al. (2019). IMI – Defining and Classifying Myopia: A Proposed Set of Standards for Clinical and Epidemiologic Studies. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 60, M20-M30.
- 22 Deng, L., Gwiazda, J.E. (2012). Anisometropia in children from infancy to 15 years. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 53, 3782-3787.
- 23 Lampert, T., Müters, S., Stolzenberg, H., Kroll, L.E. (2014). [Measurement of socioeconomic status in the KiGGS study. First follow-up (KiGGS Wave 1)]. *Bundesgesundheitsblatt*. 57, 762-770.
- 24 Rauscher, F.G., Lange, H., Yahiaoui-Doktor, M., et al. (2019). Agreement and repeatability of noncycloplegic and cycloplegic wavefront-based autorefraction in children. *Optom. Vis. Sci.*, 96, 879-889.
- 25 Sankaridurg, P., He, X., Naduvilath, T., et al. (2017). Comparison of non-cycloplegic and cycloplegic autorefraction in categorizing refractive error data in children. *Acta Ophthalmol. (Copenh)*, 95, 633-640.
- 26 You, Q.S., Wu, L.J., Duan, J.L., et al. (2014). Prevalence of myopia in school children in greater Beijing: the Beijing Childhood Eye Study. *Acta Ophthalmol. (Copenh)*, 92, 398-406. doi:10.1111/aos.12299.
- 27 Morgan, I.G., Ohno-Matsui, K., Saw, S.-M. (2012). Myopia. *The Lancet*, 379(9827), 1739-1748.
- 28 Rudnicka, A.R., Kapetanakis, V.V., Wathern, A.K., et al. (2016). Global variations and time trends in the prevalence of childhood myopia, a systematic review and quantitative meta-analysis: implications for aetiology and early prevention. *Br. J. Ophthalmol.*, 100, 882-890.
- 29 Popović-Beganović, A., Zvorničanin, J., Vrbljanac, V., Zvorničanin, E. (2018). The prevalence of refractive errors and visual impairment among school children in Brčko district, Bosnia and Herzegovina. *Semin. Ophthalmol.*, 33(7-8), 858-868.
- 30 Lam, C.S.-Y., Lam, C.-H., Cheng SC-K., Chan, LY-L. (2012). Prevalence of myopia among Hong Kong Chinese schoolchildren: changes over two decades. *Ophthalmic Physiol. Opt.*, 32, 17-24.
- 31 Lu, B., Congdon, N., Liu, X. (2009). Associations between near work, outdoor activity, and myopia among adolescent students in rural China: The Xichang Pediatric Refractive Error Study Report No. 2. *Arch. Ophthalmol.*, 127, 769-775.
- 32 Flitcroft, D.I. (2014). Emmetropisation and the aetiology of refractive errors. *Eye*, 28, 169-179.
- 33 Hendricks, T.J.W., de Brabander, J., Vankan-Hendricks, M.H., van der Horst F.G., Hendrikse, F., Knottnerus, J.A. (2009). Prevalence of habitual refractive errors and anisometropia among Dutch schoolchildren and hospital employees. *Acta Ophthalmol. (Copenh)*, 87, 538-543.
- 34 Grönlund MA, Andersson S, Aring E, Hård A-L, Hellström A. Ophthalmological findings in a sample of Swedish children aged 4-15 years. *Acta Ophthalmol. Scand.*, 84, 169-176.
- 35 Junghans, B., Crewther, S. (2003). Prevalence of myopia among primary school children in eastern Sydney. *Clin. Exp. Optom.*, 86, 339-345.
- 36 O'Donoghue, L., McClelland, J.F., Logan, N.S., Rudnicka, A.R., Owen, C.G., Saunders, K.J. (2010). Refractive error and visual impairment in school children in Northern Ireland. *Br. J. Ophthalmol.*, 94, 1155-1159.
- 37 Junghans, B., Kiely, P.M., Crewther, D.P., Crewther, S.G. (2002). Referral rates for a functional vision screening among a large cosmopolitan sample of Australian children. *Ophthalmic Physiol. Opt.*, 22, 10-25.
- 38 Lam C.S., Goh, W.S. (1991). Astigmatism among Chinese school children. *Clin. Exp. Optom.*, 74, 146-150.
- 39 Sanfilippo, P. G., Yazar, S., Kearns, L., Sherwin, J.C., Hewitt, A. W., Mackey, D. A. (2015). Distribution of astigmatism as a function of age in an Australian population. *Acta Ophthalmol. (Copenh)*, 93, 377-385.

Contactlinsen- institut in Berlin sucht KontaktlinsenanpasserIn (m/w/d)



Wir sind ein renommiertes Contactlinseninstitut in Berlin und suchen ab sofort langfristig eine/n motivierten Anpasser/in.

Uns zeichnet eine überdurchschnittlich hohe Fachkompetenz aller Mitarbeiterinnen aus, modernste technische Ausstattung und die individuelle Anpassung aller Systeme.

Sie sollten engagiert, freundlich, aber auch selbstbewusst im Umgang mit Kunden sein und ein Interesse an individuellen, komplexen Augensituationen haben.

Sie müssen selbstverständlich noch kein/e hochqualifizierte/r Anpasser/in sein, aber motiviert, ein/e solche/r bei uns werden zu wollen.

Wir bieten abwechslungsreiches und eigenverantwortliches Arbeiten (Versorgungen bei Keratokonus, Keratoplastiken und jeglicher Arten individuell gefertigter Kontaktlinsen), attraktive Vergütung und flexibel angepasste Arbeitszeiten in einem netten und kollegialen Team.

Wir freuen uns auf Ihre schriftliche Bewerbung an folgende Adresse: bronk@bronk.eu

Für telefonische Rückfragen: 0171-2832960 (Karsten Bronk)

Contactlinseninstitut Bronk, 14057 Berlin, Kaiserdamm 16