

Prävalenz der Myopie von Kindern und Erwachsenen in Europa und Nordamerika

Andreas Berke^{1,2,3}

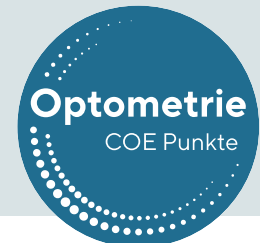
¹ Dr. rer. nat. · ² Höhere Fachschule für Augenoptik Köln · ³ Fachhochschule für Gesundheit, Innsbruck

Eingereicht 7. April 2021; angenommen 24. Mai 2021

Received 7 April 2021; accepted 24 May 2021

COE Multiple-Choice-Fragebogen

Die Publikation „Prävalenz der Myopie von Kindern und Erwachsenen in Europa und Nordamerika“ wurde von der Gütegemeinschaft Optometrische Leistungen (GOL) als COE Fortbildungsartikel anerkannt. Die Frist zur Beantwortung der Fragen endet am **1. September 2022**. Die Fragen können online auf der Website www.ocl-online.de beantwortet werden. Die unten stehende Reihenfolge entspricht nicht der Online-Version. Pro Frage ist nur eine Antwort richtig. Eine erfolgreiche Teilnahme setzt die Beantwortung von vier der sechs Fragen voraus.



Zusammenfassung

Ziel. Die Prävalenz der Myopie variiert sehr stark zwischen verschiedenen Ethnien. Insbesondere in Ost- und Südostasien ist die Myopie-Prävalenz sehr hoch. Neben ethnischen Faktoren wird die Häufigkeit der Myopie durch genetische Faktoren bestimmt. Das Ziel der Literaturrecherche ist, die Häufigkeit der Myopie unter Kindern und Erwachsenen kaukasischer Herkunft in Europa und Nordamerika zu bestimmen.

Material und Methoden. Es wurde eine systematische Literaturübersicht für die Prävalenz der Myopie in Europa, Nahem und Mittleren Osten, Nordamerika sowie Australien durchgeführt. Für die Bewertung der Ergebnisse wurden die methodischen Voraussetzungen einer epidemiologischen Untersuchung der Myopie-Prävalenz formuliert. Als Standard sollte eine Grenze von -0,50 dpt sowie die Skioskopie unter Zykloplegie gelten.

Ergebnisse. Die Prävalenz der Myopie ist unter Kaukasiern mit 30% unter statistischen Gesichtspunkten nicht erhöht. Bei Kindern ist von einer Prävalenz der Myopie von 15% auszugehen. Das Myopie-Risiko ist bei Kindern mit myopen Eltern im Vergleich zu Kindern mit nicht-myopen Eltern um das Dreifache erhöht. Die Refraktionsbestimmung mit Autorefraktometern und der Verzicht auf Zykloplegie führen zu einer deutlichen Überschätzung der Häufigkeit von Myopien.

Fazit. Ein Anstieg der Myopie-Prävalenz kann nicht zwingend aus der ermittelten Prävalenz von 30% unter Kaukasiern gefolgert werden. Eine zuverlässige Bestimmung der Myopie-Prävalenz setzt standardisierte Untersuchungsmethoden und Grenzwerte für die Myopie voraus.

Schlüsselwörter

Myopie, Ethnie, Genetik, Kinder, Prävalenz

Prevalence of myopia in children and adults in Europe and North America

Abstract

Purpose. The prevalence of myopia varies highly between different ethnic groups. Especially in East and Southeast Asia the prevalence of myopia is very high. In addition to ethnic factors, the prevalence of myopia is determined by genetic factors. The aim of the literature review is to determine the prevalence of myopia among children and adults of Caucasian origin in Europe and North America.

Material and Methods. A systematic literature review was performed for the prevalence of myopia in Europe, Middle East, North America, and Australia. For the evaluation of the results, the methodological requirements of an epidemiological study of myopia prevalence were formulated. A threshold of -0.50 D and retinoscopy should be standard.

Results. The prevalence of myopia is not increased among Caucasians with 30% from a statistical point of view. In chil-

dren, the prevalence of myopia can be assumed to be 15%. The risk of myopia is increased threefold in children with myopic parents compared to children with nonmyopic parents. Refraction determination with autorefractometers and omission of cycloplegia leads to a significant overestimation of the prevalence of myopia.

Conclusion. An increase in myopia prevalence can not necessarily be inferred from the observed prevalence of 30% among Caucasians. A reliable determination of myopia prevalence requires standardized examination methods and thresholds for myopia.

Keywords

myopia, ethnicity, genetics, children, prevalence

Einleitung

Unkorrigierte Fehlsichtigkeiten gelten nach Aussagen der Weltgesundheitsorganisation WHO als wichtigste Ursache für Beeinträchtigungen des Sehens, unterkorrigierte Myopie sind häufigste Ursache für Sehbeeinträchtigungen, wenn die Sehschärfe zugrunde gelegt wird.¹ Hohe Myopie von mehr als -6,0 dpt bergen ein erhöhtes Risiko pathologischer Netzhautveränderungen wie der myopischen Makuladegeneration (MMD) oder Netzhautablösungen in sich. Die Prävalenz der Myopie soll seit einigen Jahren – auch als Folge veränderter Sehgewohnheiten wie zum Beispiel der vermehrten Nutzung digitaler Endgeräte – ansteigen. Für das Jahr 2050 wurde eine Prävalenz weltweit von über 50% vorausgesagt.¹ Das renommierte Wissenschaftsjournal „Nature“ betitelte eine seiner Ausgaben mit „Myopia Boom“.² Für die Entwicklung und das Fortschreiten einer Myopie werden verschiedene Risikofaktoren angenommen. Neben genetischen Faktoren gelten auch Umweltfaktoren als potenzielle Risikofaktoren. Offensichtlich ist, dass die Myopie besonders in ost- und südostasiatischen Ländern zu einem Problem geworden ist. Die Zahl der Menschen mit einer Myopie liegt hier deutlich höher als beispielsweise unter Kaukasiern. In einzelnen Regionen Ostasiens beträgt die Prävalenz der Myopie 90%, während weltweit etwa 30% aller Menschen myop sind.³ In Ländern wie den USA oder dem Vereinigten Königreich mit einem hohen Anteil Einwohnern, deren Vorfahren aus Ost- oder Südostasien eingewandert sind, ist der Anteil der Myopen unter den Personen mit asiatischen Wurzeln signifikant höher

als der unter den Nachkommen von Menschen mit weißer Hautfarbe (Kaukasier).^{4,5} Australische Kinder im Alter von 11 bis 15 Jahren, deren Vorfahren aus Ostasien stammen, haben eine achtmal höhere Wahrscheinlichkeit eine Myopie zu entwickeln als Kinder kaukasischer Vorfahren.⁶ Ethnischen Faktoren spielen eine große Rolle als Risikofaktor für die Entwicklung einer Myopie. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, wie hoch die Prävalenz der Myopie unter Kaukasiern in Nordamerika und Europa ist.

Methoden

Ethnien

Ethnische Faktoren scheinen die Entstehung einiger Krankheiten zu bestimmen. In Nordamerika haben die Nachkommen afrikanischer Vorfahren ein gegenüber Kaukasiern deutlich erhöhtes Glaukomrisiko, während die altersbedingte Makuladegeneration überwiegend bei Nachkommen europäischer Einwanderer auftritt.⁷ In Ost- und Südostasien hingegen spielt besonders die Myopie eine herausragende Rolle als Ursache für schwere Sehbehinderungen bis hin zur Blindheit.¹ Die drei genannten Ethnien sind in Nordamerika weitverbreitet. Zu den Kaukasiern, die in Nordamerika vereinfacht als „Weiße“ bezeichnet werden, zählen die Nachkommen aus Europa, Nordafrika sowie des Nahen und Mittleren Ostens. (**Bild 1**). Einige Länder Südamerikas (Chile, Argentinien, Uruguay) sowie Australien und Ozeanien haben

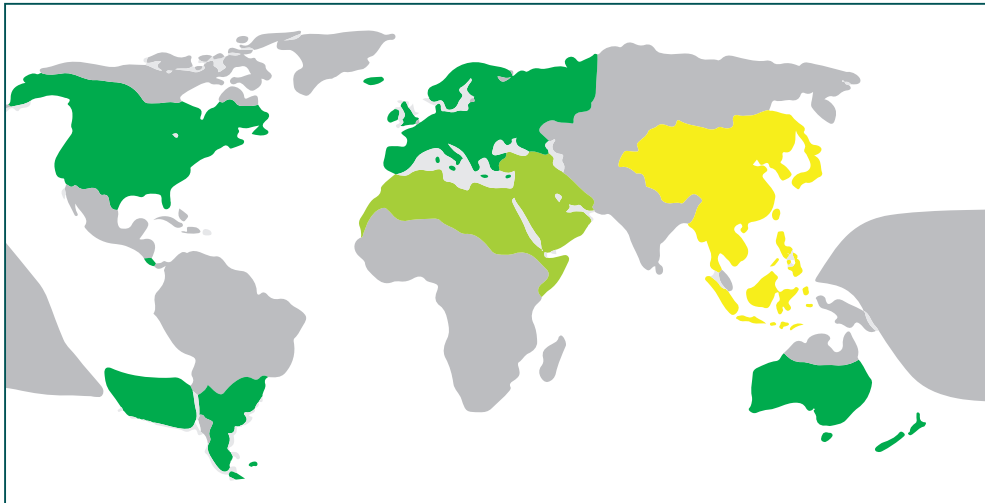


Bild 1: Verteilung der in dieser Arbeit untersuchten Ethnien. (Dunkelgrün: Europäer; hellgrün: Kaukasier Nordafrikas und des Nahen und Mittleren Ostens; gelb: Ost- und Südostasien)

heute immer noch einen sehr hohen Anteil von Nachfahren europäischer Einwanderer.

Die Bevölkerungszahl einzelner Regionen beeinflusst auch die weltweite Prävalenz der Myopie. In Asien lebten Mitte 2020 etwa 60 Prozent der Weltbevölkerung.⁸ Rund ein Drittel der Weltbevölkerung lebt allein in den Ländern Ost- und Südasiens, die auch die höchste Myopie-Prävalenz aufweisen. In Europa (9,7%), Nordamerika (4,7%) und Australien/Neuseeland (0,5%) leben etwa 15% der Weltbevölkerung, wobei in Nordamerika und Australien der Anteil der Bevölkerung mit asiatischer Herkunft deutlich höher liegt als in Europa. Wenn im Jahr 2050 die Prävalenz der Myopie weltweit 50% betragen soll, handelt es sich um einen mittleren Wert, bei dem die Gewichtung der lokalen Prävalenzen mit den dann zu erwartenden jeweiligen Bevölkerungsdichten beachtet werden muss. Es wird erwartet, dass die Bevölkerungszahl Asiens stärker ansteigt als die Europas.

Myopie-Definition

Standardisierte Definitionen der untersuchten Größen und eine konsistente Wahl von Grenzwerten sind die Grundvoraussetzungen einer evidenz-basierten Medizin. Eine Vergleichbarkeit von Studien zur Myopie-Prävalenz ist ohne diese Voraussetzung nur bedingt gegeben. Als Empfehlungen für Studien zur Myopie-Prävalenz gelten

- Physiologische Myopie: ein Zustand, in dem das sphärische Äquivalent eines Auges $\leq -0,5$ dpt ist, wenn die Akkommodation des Auges entspannt ist.
- Hohe Myopie: ein Zustand, in dem das sphärische Äquivalent eines Auges $\leq -6,0$ dpt ist, wenn die Akkommodation des Auges entspannt ist.⁹

Eine weitere Einteilung der physiologischen Myopien ist entsprechend folgender Kategorien

- Niedrige Myopie: $\leq -0,5$ bis $\leq -3,0$ dpt
- Moderate Myopie: $< -3,0$ dpt bis $\leq -6,0$ dpt
- Hohe Myopien: $> -6,00$ dpt

möglich. Wenn der Verlauf der Myopieentwicklung bei Kindern berücksichtigt werden soll, kann die Definition der Prä-

myopie sinnvoll sein. Als solche wird eine Fernpunktrefraktion zwischen $+0,75$ dpt und $-0,50$ dpt bei einem Kind im Vorschulalter definiert. Bei Vorliegen einer Prämyopie ist die Wahrscheinlichkeit zukünftig eine Myopie zu entwickeln deutlich erhöht.⁹ Unter dem Aspekt des Myopiebeginns lassen sich die Schulmyopie und die Adult Onset Myopie oder Late Onset Myopie definieren. Erstere liegt vor, wenn der Myopie im Kindesalter liegt. Ein Myopiebeginn nach dem 14. Lebensjahr gilt als eine Late Onset Myopie.

Werden die Abbildungs- und Schärfentiefe berücksichtigt, macht die Myopiedefinition $A_R < 0$ dpt aus physiologisch optischen Gründen keinen Sinn. Zunehmend setzt sich als Grenzwert der Myopie eine Fernpunktrefraktion von $-0,5$ dpt durch. Eine Metaanalyse von 138 Studien zur Myopie ergab, dass 87,7% aller Studien einen Grenzwert von $< -0,50$ dpt oder $\leq -0,5$ dpt verwendeten.⁹ Insbesondere bei älteren Studien findet aber ein Grenzwert von 0 dpt häufig Anwendung, wodurch der Vergleich mit neueren Studien erschwert ist.

Eine Studie zur Myopie-Prävalenz liefert nur dann aussagefähige Ergebnisse, wenn der Anteil der untersuchten Männer und Frauen dem tatsächlichen Verhältnis von Männern und Frauen in der betrachteten Altersgruppe der Gesamtbevölkerung entspricht. Frauen haben eine höhere Myopie-Wahrscheinlichkeit als Männer. Studien, in denen mehr Frauen als Männer untersucht worden sind, bergen das Risiko einer Überbewertung der Myopie-Prävalenz. Ohne Angabe der Altersstruktur der Teilnehmer einer Studie sind Vergleiche mit anderen Studien nur bedingt möglich, da die Prävalenz der Myopie altersabhängig ist.

Untersuchungsverfahren

Die Bestimmung der Fernpunktrefraktion sollte bevorzugt mittels Skioskopie unter Zykloplegie erfolgen. Die Entspannung der Akkommodation gewährleistet, dass akkommodativ bedingte Myopien beziehungsweise Myopisierungen nicht zu den Myopien gezählt werden, was zu einer Verfälschung der Zahl der Myopien und dem Grad der Myopie führen würde. Studien, in denen die Prävalenz der Myopie ohne Einsatz von

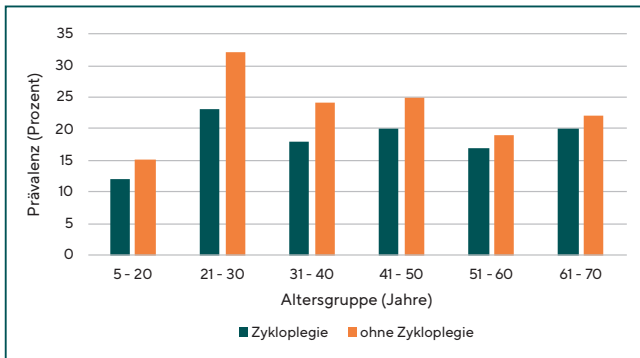


Bild 2: Vergleich der Myopie-Prävalenz mit und ohne Zykloplegika (nach 11)

Zykloplegika ermittelt worden ist, zeigen ein um den Faktor 2 höheres Odds-Ratio für die Myopie als Studien, in denen Zykloplegika verwendet worden sind. Der Verzicht auf den Einsatz von Zykloplegika führt zu einer Überdiagnose der Myopie.¹⁰ Bei Verwendung von Zykloplegika ist die Prävalenz der Myopie bei 20- bis 50-Jährigen um bis zu 7 % niedriger im Vergleich zur Myopie-Prävalenz, die ohne Zykloplegika bestimmt worden ist. (Bild 2) Bei älteren Menschen, die nicht mehr zur Akkommodation fähig sind, unterscheiden sich die beiden Prävalenzen nicht signifikant.¹¹

Die Prävalenz der Myopie hängt darüber hinaus auch von den verwendeten Refraktionsverfahren ab. Studien auf der Grundlage von Autorefraktometer ermittelten im Vergleich zu Studien, bei denen eine subjektive Refraktionsbestimmung oder eine Skioskopie zum Einsatz kamen, höhere Myopie-Prävalenzen.⁵ Besonders groß war der Unterschied, wenn geschlossene Autorefraktometer zum Einsatz kamen. (Tabelle 1)

Eine Myopie sollte auf keinen Fall aufgrund eines Fragebogens oder der Bestimmung der Stärke von Brillengläsern mit einem Scheitelbrechwertmesser bestimmt werden. Fragebögen werden bei Kindern meistens von deren Eltern ausgefüllt. Diese verfügen in der Regel nicht über die notwendigen Kenntnisse, die für eine exakte Bestimmung der Fehlsichtigkeit erforderlich sind. Wird die Fehlsichtigkeit

Tabelle 1: Einfluss der Untersuchungsverfahren auf die Odds Ratio einer Myopie (nach 5)

Verfahren	Odds Ratio	95 % CI
Zykloplegie	1,00	—
ohne Zykloplegie	2,12	1,76 – 2,25
subjektive Refraktion/Skioskopie	1,00	—
Autorefraktometer (geschlossen)	2,18	1,79 – 2,73
Autorefraktometer (offen)	1,30	0,89 – 1,85

anhand des Messergebnisses eines Scheitelbrechwertmessers bestimmt, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die vorhandenen Scheitelbrechwerte der Brillengläser den aktuellen Werten der Fehlsichtigkeit entsprechen.

Pool-Prävalenzen

Die Prävalenzstudie des E³-Consortiums gibt eine Prävalenz von 30,6 % für die Bevölkerung Europas an.¹² In der Studie wurden die Fernpunktrefraktionen von 61.946 Personen, von denen 15.845 myop waren, ausgewertet. Hieraus ergibt sich ein Anteil von 25,6 %. Dabei handelt es sich um die Rohprävalenz („crude prevalence“). Das Ergebnis dieser Metastudie ist eine Pool-Prävalenz, d. h. hier wurden die Ergebnisse mehrerer Teilstudien analysiert. Die Altersstrukturen der Teilstudien waren nicht identisch, weshalb die Ergebnisse adjustiert werden mussten. Unter Berücksichtigung der unterschiedlicher Altersstrukturen ergibt sich die altersadjustierte Prävalenz („age-adjusted prevalence“) von 30,6 %, die von der Rohprävalenz abweicht. Bei der Analyse epidemiologischer Studien zur Prävalenz von Auffälligkeiten muss beachtet werden, ob eine Altersadjustierung der Rohdaten vorgenommen worden ist.

Ergebnisse

Myopie-Prävalenz unter Erwachsenen

Ein Viertel bis ein Drittel der erwachsenen Kaukasier in Europa, Nordamerika, dem Nahen und Mittleren Osten sowie Australien und Ozeanien sind myop. Etwa 15 Prozent der Kinder in Europa gelten als myop.¹³ Die Resultate aller Studien, die diesen Angaben zugrunde liegen, hängen neben den bereits diskutierten Grenzwerten und Refraktionsverfahren auch von der Altersstruktur der untersuchten Patienten ab. Jüngere Patienten zeigen eine höhere Myopie-Prävalenz als ältere Patienten. (Bild 3)

Die im Jahr 2004 von der Eye Diseases Prevalence Research Group publizierten Daten zur Myopie-Prävalenz ergaben für Europa eine Myopie-Prävalenz von 26,6 % (Tabelle 2). Für Nordamerika wurde eine Prävalenz von 25,4 % und für Australien eine Prävalenz von 16,4 % angegeben.¹⁴ Diese Studie berücksichtigte unter anderem die Ergebnisse

Tabelle 2: Pool-Prävalenzen der Myopie in Europa und dem östlichen Mittelmeerraum (nach 13)

	Kinder Prozent (95 % CI)	Erwachsene Prozent (95 % CI)
Europa	14,3 (10,5 – 18,2)	27,0 (22,4 – 31,6)
östliches Mittelmeer	9,2 (8,1 – 10,4)	24,1 (14,2 – 34,0)

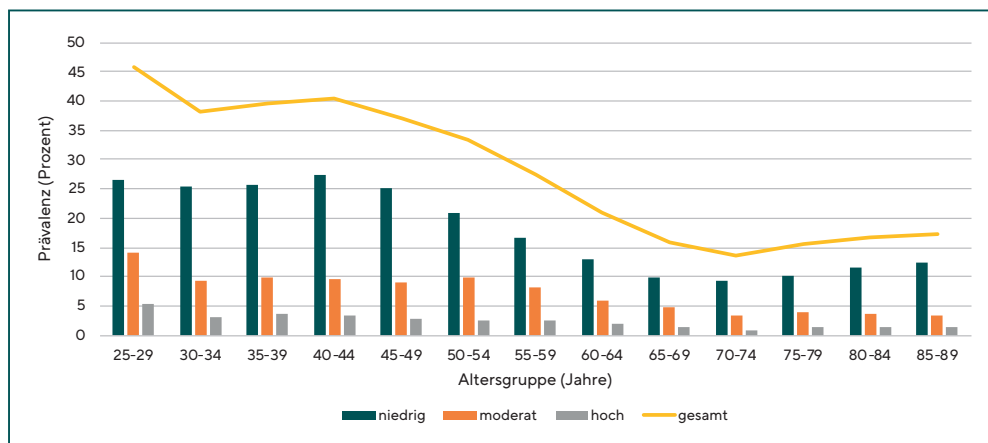


Bild 3: Altersverteilung der Myopie nach Ergebnissen der Studie des E³-Consortiums (nach 12). Es ist eine deutliche Abnahme der Myopie-Prävalenz ab dem 5. Lebensjahrzehnt zu beobachten.

der Beaver Dam Eye Study¹⁵, der Blue Mountains Eye Study¹⁶ und der Rotterdam Study¹⁷. Insgesamt wurden 29.281 Personen in dieser Studie erfasst. Als Grenzwert wurde ein Wert von -1,0 dpt angenommen, weshalb die in dieser Studie ermittelten Prävalenzen etwas niedriger als in anderen Studien mit einem Grenzwert von -0,5 oder -0,75 dpt sind.

Die in den USA in den Jahren 1999 bis 2004 durchgeführte NHANES-Studie ergab eine Prävalenz von 35,1 % für Männer im Alter von 20 bis 39 Jahren. Die Prävalenz der Myopie bei Frauen war mit 42,3 % in dieser Studie signifikant höher. Bei Über-60-Jährigen gibt die NHANES-Studie für Männer eine Prävalenz von 23,1 % und für Frauen von 18,6 % an.¹⁸ Bei Studien, die in den USA durchgeführt werden, gilt, dass die Zusammensetzung der Studienteilnehmer deutlich heterogener ist als in europäischen Studien. Asiaten, Afroamerikaner und Hispanics tragen aufgrund ihrer unterschiedlichen Ethnien in unterschiedlichem Maße zur Myopie-Prävalenz bei.

Eine Metaanalyse von 15 Studien zur Prävalenz von Refraktionsfehlern in Europa durch das European Eye Epidemiology (E³) Consortium, in der die Daten von insgesamt 61.946 Studienteilnehmern ausgewertet worden sind, fand

eine Prävalenz der Myopien von 30,65 % (95 % CI 30,4 bis 30,9).¹² Für hohe Myopien ergab sich eine Prävalenz von 2,7 % (95 % CI 2,69 bis 2,73). Als Grenzwert wurde ein Wert $\leq -0,75$ dpt (entsprechend $< -0,50$ dpt) angenommen. 98 % aller Studienteilnehmer waren Kaukasier. Es wurden die Resultate sowohl objektiver (Autorefraktometer) als auch subjektiver Refraktionsbestimmung ausgewertet. Das Alter der Studienteilnehmer lag zwischen 25 und 90 Jahren. Der Anteil der Frauen unter den Studienteilnehmer betrug 57,6%. **Bild 4** zeigt die Verteilung aller Fernpunktrefraktionen in einem Intervall von -11 dpt bis +9 dpt. Das Maximum der Verteilung liegt bei einem Wert von +0,56 dpt. Die Verteilungskurve weist einen leptokurtischen Verlauf auf, das heißt die Ränder der Kurve sind stark abgeflacht. Mehr als zwei Drittel aller Fernpunktrefraktionen liegen in einem Intervall von -1 dpt bis +1 dpt. Der Verlauf der Verteilungskurve entspricht nicht exakt einer Gauß-Verteilung (Normalverteilung), sondern wird durch eine Laplace-Verteilung angenähert. Innerhalb der Regionen Europas (Nord, West, Süd) gab es keine Unterschiede hinsichtlich der Myopie-Prävalenz (**Tabelle 3**).

Die Gutenberg-Studie mit 13.959 Studienteilnehmer fand eine Prävalenz der Myopie in Deutschland von 35,1 %.¹⁹ Eine Myopie wurde dann angenommen, wenn die Fernpunktrefraktion kleiner als -0,50 dpt war. Die Autoren merken an, dass dieser Wert höher sei als in anderen Studien zur Myopie-Prävalenz. Die Refraktionsbestimmungen wurden ohne Zykloplegie mit einem Autorefraktometer (Humphrey HARK 599) durchgeführt, wodurch wenigstens teilweise die erhöhte Prävalenz zu erklären wäre.

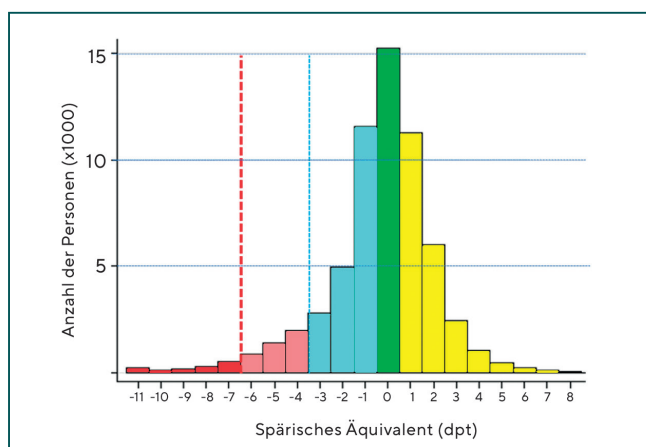


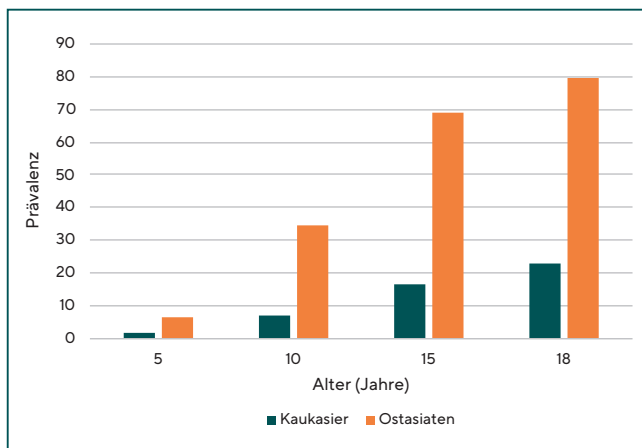
Bild 4: Verteilung der Fernpunktrefraktion unter Europäern (nach 12). Die beiden senkrechten Geraden sind die Grenzen zwischen niedrigen und moderaten (blau) bzw. moderaten und hohen (rot) Myopien.

Myopie-Prävalenz unter Kindern

Eine Myopie entwickelt sich ab dem Vorschulalter, zuvor sind fast alle Kinder hyperop. Je früher Myopiebeginn ist, desto höher ist die zu erwartende Endrefraktion. Kinder kaukasischer Abstammung sind signifikant weniger von einer Myopie betroffen als Kinder mit ostasiatischen Wurzeln. Die Myopisierung läuft zudem bei asiatischen Kindern schneller ab als bei weißen Kindern. **Bild 5** zeigt den Vergleich der Myopie-Prävalenzen von kaukasischen Kindern und Jugendlichen im Alter von 5 bis 18 Jahren. Im Alter von 10 Jahren ist

Tabelle 3: Myopie-Prävalenz in Europa und Mittlerem Osten anhand einzelner nationaler Studien

Land	Methode	Anzahl	Alter	Crude Prevalence
Großbritannien ²⁰	Autorefraktometer	7.444	48 – 92	23,0
Großbritannien ¹²	Autorefraktometer	6.095	16 – 85	31,4
Deutschland ¹⁹	Autorefraktometer	14.069	35 – 74	31,9
Norwegen ²¹	Autorefraktometer	5.792	38 – 87	19,4
Griechenland ¹²	subjektiv	1.952	60 – 94	14,2
Türkei ²²	Autorefraktometer	823	6 – 8	6,0
Frankreich ²³	Autorefraktometer	618	73 – 93	16,7
Frankreich ²⁴	Autorefraktometer	264	4 -18	32,6
Niederlande ¹⁷	subjektiv	3.530	46 – 97	32,5
Norwegen ²⁵	Autorefraktometer	1.248	20 – 25	35,0
Portugal ²⁶	Autorefraktometer	108	6 - 13	17,6
Spanien ²⁷	Autorefraktometer	569	40 – 79	25,4
Polen ²⁸	Autorefraktometer	1.107	35 – 97	24,1
Iran ²⁹	Autorefraktometer	4.864	40 – 65	30,2


Bild 5: Vergleich der Prävalenz unter Kindern europäischer und ostasiatischer Herkunft. (nach 5)

die Myopie unter asiatischen Kindern viermal höher als unter kaukasischen Kindern.⁵

Eine Untersuchung bei 10- und 11-jährigen Schulkindern in Großbritannien zeigte eine Myopie-Prävalenz von 3,4% unter weißen europäischen Kindern, 10% unter Kindern afrokaribischer Herkunft und 25,2% unter Kindern südasiatischer Herkunft (**Bild 5**). Als Ursache geben die Autoren deren größere axialen Augenlängen im Vergleich zu weißen Kindern an. Die Augen südasiatischer Kinder waren in dieser Studie 0,44 mm (95% CI 0,30 bis 0,57 mm) länger als die der weißen Kinder. Die Augen afrokaribischer Kinder waren im Mittel 0,30 mm länger (95% CI 0,16 bis 0,44 mm).⁴

Eine australische Studie untersuchte die Häufigkeit der Myopie unter 2.353 Kindern im Alter von $12,7 \pm 0,4$ Jahre.

Dabei sollte die Frage geklärt werden, inwieweit genetische und ethnische Faktoren sowie Naharbeit Einfluss auf die Entstehung einer Myopie haben. Das Odds Ratio von Kinder, die sehr viel Naharbeit leisten, war nicht signifikant erhöht (OR = 1,01; 95% CI 0,99 bis 1,03). Genetische Faktoren spielten hingegen eine größere Rolle. Die Myopie-Prävalenz der Kinder aller Ethnien stieg mit der Zahl der kurzsichtigen Elternteile. Sie betrug 7,6%; 14,9% und 43,6%, wenn kein, ein oder beide Elternteil myop waren. Kindern mit ostasiatischer Herkunft hatten höhere Myopien und größere Augenlängen als nicht-asiatische Kinder³⁰ (**Tabelle 4**).

Die Myopie-Prävalenz von Kindern mit überwiegend kaukasischer Herkunft in Südamerika scheint sich nicht wesentlich von der Myopie-Prävalenz kaukasischer Kinder in anderen Gegenden der Welt zu unterscheiden. In Santiago de Chile wurde bei 5-Jährigen eine Prävalenz von 3,4% ermittelt. Diese stieg auf Werte von 14,7% bei 15-jährigen Mädchen und 19,4% bei 15-jährigen Jungen an.³¹

Die Prävalenz der Myopie unter 823 türkischen Schulkinder ($6,7$ Jahre $\pm 2,2$ Jahre) lag mit 6,0% auf dem gleichen Level wie unter anderen Kaukasieren. Niedrigere Prävalenzen wurden bei Kindern aus ländlichen Gegenden gefunden.²² Ähnliche Werte wurden auch im Mittleren Osten, das ebenfalls zu dem kaukasischen Bevölkerungskreis gezählt wird, (**Bild 1**) gefunden. 3,5% der Jungen und 4,2% der Mädchen im Alter unter 15 Jahren wurden als myop ermittelt.³² In Portugal wurde bei Kindern im Alter von 6 bis 13 Jahren eine Myopie-Prävalenz von 17,6% gefunden.²⁶

Die Myopie-Prävalenz zeigt deutliche Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen. Ab dem 9. Lebensjahr lassen sich unterschiedlichen Prävalenzen von Jungen und Mädchen nachweisen. Im Alter von 18 Jahren ist die Wahrschein-

Tabelle 4: Ethnische Unterschiede der Myopie-Prävalenz und des sphärischen Äquivalents (nach 30)

	Myope Elternteile		
	0	1	2
Prävalenz % (CI)			
Asiaten	28,2 (14,9 bis 41,5)	48,6 (39,3 bis 57,8)	77,3 (69,8 bis 84,8)
Kaukasier	3,0 (2,0 bis 3,9)	6,0 (2,9 bis 9,1)	17,2 (6,5 bis 27,9)
Sphärisches Äquivalent dpt (CI)			
Asiaten	-0,06 (-0,32 bis 0,19)	-0,91 (-1,34 bis -0,48)	-2,29 (-2,93 bis -1,64)
Kaukasier	0,99 (0,93 bis 1,05)	0,70 (0,61 bis 0,78)	0,32 (-0,05 bis 0,70)

lichkeit einer Myopie bei Mädchen doppelt so hoch wie bei Jungen. Das Odds Ratio beträgt 2,03 (95 % CI 1,40 bis 2,93).⁵

Diskussion

Unter Erwachsenen kaukasischer Herkunft ist weltweit von einer Myopie-Prävalenz von rund 30% auszugehen, wobei junge Erwachsene häufiger myop sind, als Erwachsene, die älter als 50 Jahre alt sind. Ursache für diesen Altersunterschied der Myopie-Prävalenz dürften vor allem in den Altersveränderungen der Augenlinse zu suchen sein. Aufgrund von Veränderungen der Linsenproteine verringert sich der Linsenbrechwert, was zu einer Hyperopisierung des Auges führt („Altershyperopie“). Die Prävalenz der Myopie bei Kindern im Vorschulalter liegt in nahezu allen Studien bei etwa 5%. Sie nimmt im Rahmen der Wachstumsprozesse des Auges auf Werte von etwa 15% im Alter von 15 Jahren zu.

Ethnische Faktoren bestimmen die Prävalenz der Myopie. Der geografische Ort scheint hingegen keinen Einfluss auf die Myopie-Prävalenz zu haben. Kaukasier in Europa, dem Nahen und Mittleren Osten den USA oder Australien/Neuseeland haben eine nahezu gleich hohe Wahrscheinlichkeit, eine Myopie zu entwickeln.⁵

Unter australischen Kindern und Jugendlichen sind Kinder asiatischer Vorfahren häufiger myop als die Kinder europäischer Vorfahren.^{30,33} Es werden hierfür nicht allein genetische Faktoren, sondern auch unterschiedliche Lebensstile verantwortlich gemacht. Asiatische Kinder sind demnach bis zu 7 Stunden in der Woche weniger im Freien als kaukasische Kinder.³³ Auch in den USA wurde eine Abhängigkeit der Ethnie auf die Myopie-Prävalenz beobachtet. US-Amerikaner asiatischer Herkunft sind häufiger myop als Kaukasier. Hingegen ist die Myopie-Prävalenz von Afroamerikanern niedriger als die von Kaukasier.³⁴ Der Anteil Nichtkaukasier in Europa ist im Vergleich zu Nordamerika und Australien vergleichsweise gering, weshalb die Bevölkerungsstruktur homogener ist als in Nordamerika oder Australien. Daher sind keine Verzerrungen der Myopie-Prävalenz durch unterschiedliche Ethnien zu erwarten.

Neben ethnischen Faktoren ist auch eine genetische Komponente für die Häufigkeit von Myopien anzunehmen.

Das Myopie-Risiko eines Kindes, bei dem beide Elternteile myop sind, ist um das Dreifache höher als bei einem Kind, dessen Eltern nicht myop sind.^{6,30,35} Die Vererbung der Fernpunktrefraktion liegt eine polygene Vererbung zugrunde. Dies bedeutet, dass das sich entwickelnde Auge besser an veränderliche Umweltbedingungen anpassen kann. Inwieweit veränderte Sehgewohnheiten, also insbesondere die vermehrte Benutzung von digitalen Endgeräten durch Kinder und Jugendliche sich auf die Myopie-Prävalenz auswirkt, bedarf einer genaueren Analyse.

Die Auswertung von Studien zur Myopie-Prävalenz wird durch die Uneinheitlichkeit der Grenzwerte, der angewandten Messverfahren sowie die uneinheitliche Verwendung von Zykloplegika erschwert. Zykloplegika werden nur selten in epidemiologischen Studien zur Myopie-Prävalenz eingesetzt, weshalb eine Überbewertung der Myopie-Prävalenzen nicht ausgeschlossen werden kann. Die Prävalenz kann so bei Unter-50-Jährigen um bis zu 7 Prozentpunkte überschätzt werden.¹¹ Autorefraktometer, die deutlich häufiger als Skiaskope bei epidemiologischen Studien eingesetzt werden, können wegen der nicht immer auszuschließenden Instrumentenmyopie ebenfalls zu einer Überschätzung der Myopie-Prävalenz führen.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Myopie-Boom nicht diskutiert, da die Existenz dieses Booms speziell für Kaukasier als nicht gesichert gilt. Vitale et al., aus deren Studie dieser Boom gefolgert wurde, sagen zwar, dass im Vergleich einer 20 Jahre zuvor durchgeführten Studie die Zahl der Myopien höher ist, dass aber aufgrund der gravierenden methodischen Unterschiede der Studien nicht auf einen Anstieg der Myopie-Prävalenz geschlossen werden kann.¹⁸ Die Autoren sprechen weder von einem Myopie-Boom oder einer Myopie-Pandemie; sie gehen lediglich von der Möglichkeit eines Anstiegs der Myopie-Prävalenz aus.

Fazit

Entstehung und Entwicklung einer Myopie werden sehr stark von ethnischen Faktoren bestimmt. Unter Kaukasier ist die Zahl der Myopie mit etwa 30% unter statistischen Gesichtspunkten nicht erhöht. Für Kinder und Jugendliche wird eine

Myopie-Prävalenz von ungefähr 5% beziehungsweise 15% angenommen. Da fast bei allen epidemiologischen Studien zur Myopie-Prävalenz die Refraktionsbestimmungen mit Autorefraktometern ohne Zykloplegie durchgeführt worden sind, kann eine Überschätzung der tatsächlichen Myopie-Prävalenz nicht sicher ausgeschlossen werden. Bei der Bewertung der prognostizierten Myopie-Prävalenz im Jahr 2050 müssen ethnische Faktoren stärker gewichtet werden, als es bisher der Fall ist.

Autor



Dr. Andreas Berke

E-Mail:
berke@hfak.de

Literatur

- 1 <https://www.who.int/blindness/causes/MyopiaReportforWeb.pdf>. Referencing: 25. March 2021.
- 2 <https://www.nature.com/news/the-myopia-boom-1.17120>. Referencing: 25. March 2021.
- 3 Flanagan, J., Fricke, T., Morjaria, P., et al. (2019). Myopia – a growing epidemic. *Community Eye Health*, 32, 9.
- 4 Rudnicka, A. R., Christopher, G., Owen, C. G., Claire, M., Nightingale, C. M., Cook, D. G., Whincup, P. H. (2010). Ethnic Differences in the Prevalence of Myopia and Ocular Biometry in 10- and 11-Year-Old Children: The Child Heart and Health Study in England (CHASE). *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 51, 6270–6276.
- 5 Rudnicka, A.R., Kapetanakis, V.V., Wathern, A.K., Logan, N. S., Glimartin, B., Whincup, P.H., Cook, D. G., Own, C. G. (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.
- 6 Gifford, K.L., Richdale, K., Kang, P., Aller, T. H., Lam, C. S., Liu, Y. M., Michaud, L., Mulder, J., Orr, J. B., Rose, K. A., Saunders, K. J., Seidel, D., Tideman, J. W. L., Sankaridurg, P. (2019). IMI – Clinical Management Guidelines Report. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 60, M184–203.
- 7 Gupta, P., Zhao, D., Guallar, E., Ko, F., Boland, M. V., Friedman, D. S. (2016). Prevalence of Glaucoma in the United States: The 2005–2008 National Health and Nutrition Examination Survey. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 57, 2577–2585.
- 8 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1738/umfrage/verteilung-der-weltbevoelkerung-nach-kontinenten>. Referencing: 25. March 2021.
- 9 Flitcroft, D. I., He, M., Jonas, J. B., Jong, M., Naidoo, K., Matsui, K. O., Rahi, J., Resnikoff, S., Vitale, S., Yannuzzi, L. (2019). IMI – Defining and classifying myopia: a proposed set of standards for clinical and epidemiologic studies. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 60, M20–M30.
- 10 Choong, Y.F., Chen, A. H., Goh, P. P. (2006). A comparison of autorefraction and subjective refraction with and without cycloplegia in primary school children. *Am. J. Ophthalmol.*, 142, 68–74.
- 11 Fotouhi, A., Morgan, I. G., Iribarren, R. (2012). Validity of noncycloplegic refraction in the assessment of refractive errors: the Tehran Eye Study. *Acta Ophthalmologica*, 90, 380–386.
- 12 Williams, K. M., Verhoeven, V. J. M., Cumberland, P., et al. (2015). Prevalence of refractive error in Europe: the European Eye Epidemiology (E³) Consortium. *Eur. J. Epidemiol.*, 30, 305–315.
- 13 Hashemia, H., Fotouhib, 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.
- 14 Kempen, J. H., Mitchel, P., Lee, K. E., Tielsch, J. M., Broman, A. T., Taylor, H. R., Ikram, M. K., Congdon, N. G., O'Colmain, B. J. (2004). The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia. *Arch. Ophthalmol.*, 122, 495–505.
- 15 Wang, Q., Klein, B. E., Klein, R., Moss, S. E. (1994). Refractive status in the beaver dam eye study. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 35, 4344–4347.
- 16 Attebo, K., Ivers, R. Q., Mitchell, P. (1999). Refractive errors in an older population: the blue mountains eye study. *Ophthalmology*, 106, 1066–1072.
- 17 Hofman, A., Grobbee, D., De Jong, P., van den Ouweland, F. (1991). Determinants of disease and disability in the elderly: the Rotterdam elderly study. *Eur. J. Epidemiol.*, 7, 403–422.
- 18 Vitale, S., Sperduto, R. D., Ferris, F. L. I. (2009). Increased prevalence of myopia in the United States between 1971–1972 and 1999–2004. *Arch. Ophthalmol.*, 127, 1632–1639.
- 19 Wolfram, C., Hohn, R., Kottler, U., Wild, P., Bühren, J., Pfeiffer, N., Mirshari, A. (2014). Prevalence of refractive errors in the European adult population: the Gutenberg Health Study (GHS). *Br. J. Ophthalmol.*, 98, 857–861.
- 20 Sherwin, J.C., Khawaja, A. P., Broadway, D., Luben, R., Hayat, S., Dalzell, N., Wareham, N. J., Khaw, K. T., Foster, P. J. (2012). Uncorrected refractive error in older British adults: the EPIC-Norfolk Eye Study. *Br. J. Ophthalmol.*, 96, 991–996.
- 21 Bertelsen, G., Erke, M. G., von Hanno, T., Mathiesen, E. B., Peto, T., Sjølie, A.S. K., Njølstad, I. (2013). The Tromsø Eye Study: study design, methodology and results on visual acuity and refractive errors. *Acta Ophthalmol.*, 91, 635–642.
- 22 Azizoğlu, S., Crewther, S. G., Şerefhan, F., Barutçu, A., Göker, S., Jung-hans, B. M. (2017). Evidence for the need for vision screening of school children in Turkey. *BMC Ophthalmol.*, 17, 230.
- 23 Creuzot-Garcher, C., Binquet, C., Daniel, S., Bretillon, S., Acar, N., de Lazzar, A., Arnould, N., Tzourio, C., Bron, A. M., Delcourt, C. (2016). The Montrachet Study: study design, methodology and analysis of visual acuity and refractive errors in an elderly population. *Acta Ophthalmol.*, 94, e90–e97.
- 24 Berticat, C., Mamouni, S., Ciais, A. O., Villain, M., Raymond, M., Daien, V. (2020). Probability of myopia in children with high refined carbohydrates consumption in France. *BMC Ophthalmol.*, 20, 337.
- 25 Midelfart, A., Kinge, B., Midelfart, S. (2004). Prevalence of refractive errors in Norway. *Tidsskr. Nor. Laegeforen.*, 124, 46–48.
- 26 Gonzalez-Meijome, J. M., Macedo-de-Araújo, R. J., Amorim-de-Sousa, A. I. (2018) Change in myopia prevalence over 24 months in a school population from 6 to 13 years of age in Portugal. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 59, ARVO Abstract 3384.
- 27 Antón, A., Andrada, M. T., Mayo, A., Portela, J., Merayo, J. (2009). Epidemiology of refractive errors in an adult European population: The Segovia Study. *Ophthalmic. Epidemiol.*, 16, 231–237.
- 28 Nowak, M. S., Jurowski, P., Grzybowski, A. I. (2018). Characteristics of Refractive Errors in a Population of Adults in the Central Region of Poland. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 90.
- 29 Hashemi, H., Khabazkhoob, M., Jafarzadehpour, E., Yekta, A. A., Emamian, M. H., Shariati, M., Fotouhi, A. (2012). High prevalence of myopia in an adult population, Sharoud, Iran. *Optom. Vis. Sci.*, 89, 993–999.
- 30 Ip, J., Huynh, S., Robaei, D., Rose, K. A., Morgan, I. G., Smith, W., Kifley, A., Mitchell, P. (2007). Ethnic Differences in the Impact of Parental Myopia: Findings from a Population-Based Study of 12-Year-Old Australian Children. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 48, 2520–2528.
- 31 Maul, E., Barroso, S., Munoz, S. R., Sperduto, R. D., Ellwein, L.B. (2000). Refractive Error Study in Children: results from La Florida, Chile. *Am. J. Ophthalmol.*, 129, 445–454.
- 32 Khoshhal, F., Hashemi, H., Hooshmand, E., Saatchi, M., Yekta, A., Ag-hamirsalim, M., Ostadimoghaddam, H., Khabazkhoob, M. (2020). The prevalence of refractive errors in the Middle East: a systematic review and meta-analysis. *Internal. Ophthalmol.*, 40, 1571–1586.
- 33 French, A. N., Morgan, I. G., Mitchell, P., Rose, K. A. (2013). Patterns of myopic activities with age, gender and ethnicity in Sydney school-children. *Ophthalmic Physiol. Opt.*, 33, 318–328.
- 34 Katz, J., Tielsch, J. M., Sommer, S. (1997). Prevalence and Risk Factors for Refractive Errors in an Adult Inner City Population. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 38, 334–340.
- 35 Mutti, D. O., Mitchell, G. L., Moeschberger, M. L., Jones, L. A., Zadnik, K. (2002). Parental Myopia, Near Work, School Achievement, and Children's Refractive Error. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 43, 3633–3640.

COE Multiple-Choice-Fragebogen



Letzter Termin, um die Fragen online auf der Website www.ocl-online.de zu beantworten, ist der 1. September 2022

Frage 1: Welches der folgenden Verfahren ist am besten geeignet für ein Massenscreening der Refraktion im Rahmen einer epidemiologischen Untersuchung?

- a) subjektive Refraktion
- b) Autorefraktometer
- c) Skiaskopie unter Zykloplegie
- d) Fragebogen/Anamnese

Frage 2: Aussagefähige Werte der Myopie-Prävalenz der Myopie setzen einen einheitlichen Grenzwert für die Myopie voraus. Welcher der folgenden Grenzwerte gilt als sinnvoller Grenzwert, der auch in den meisten Studien zur Anwendung kommt?

- a) $A_R < 0$ dpt
- b) $A_R \leq -0,25$ dpt
- c) $A_R \leq -0,50$ dpt
- d) $A_R \leq -0,75$ dpt

Frage 3: Die Bevölkerung der USA setzt sich aus Menschen unterschiedlicher Ethnien zusammen. Für welche der folgenden Ethnien ist die Prävalenz der Myopie am höchsten?

- a) Kaukasier
- b) Afroamerikaner
- c) Hispanics
- d) Asiaten

Frage 4: Studien zur Myopie-Prävalenz sind häufig Meta-studien. Aus der Rohprävalenz der Teilstudien wird dann die Pool-Prävalenz abgeleitet. In welcher Weise müssen die Ergebnisse einer Metastudie korrigiert werden?

- a) Berücksichtigung unterschiedlicher Ethnien
- b) Altersadjustierung
- c) Berücksichtigung ungleicher Anzahl von Männern und Frauen
- d) Ausschluss von Erkrankungen, die das Auge betreffen

Frage 5: Das European Eye Epidemiology (E³) Consortium hat die Ergebnisse von 15 Teilstudien zur Häufigkeit der Myopie in Europa ausgewertet. Welche der folgenden Aussage trifft zu?

- a) Die Myopie-Prävalenz in Europa beträgt 42,6 %.
- b) Die Verteilung der Fehlsichtigkeiten wird durch eine Gauß'sche Normalverteilung beschrieben.
- c) Es gibt signifikante Unterschiede der Myopie-Prävalenz zwischen Nord- und Südeuropa.
- d) Ältere Menschen sind weniger häufig myop als jüngere Menschen.

Frage 6: Eine Studie von Rudnicka et al. aus dem Jahr 2010 untersuchte die Prävalenz von Kindern im Alter von 10 und 11 Jahren in Großbritannien. Welche der folgenden Aussagen trifft zu?

- a) Das Auge eines asiatischen Kindes ist im Alter von 11 Jahren 0,44 mm länger als das Auge eines kaukasischen Kindes.
- b) Im Alter von 10 Jahren gibt es noch keine signifikanten Unterschiede der Myopie-Prävalenz zwischen verschiedenen Ethnien.
- c) Etwa 10% aller Kinder kaukasischer Herkunft und 25% aller Kinder afroamerikanischer Herkunft sind myop.
- d) Genetische Faktoren spielen eine untergeordnete Rolle bei der Entwicklung einer Myopie.