

Réfraction en équivalent sphérique, amplitude d'accommodation et accommodation relative chez une jeune population nigériane

Eghosasere Iyamu, B.Sc, O.D., Ph.D., FNPCO, FAAO, Professeur
ORCID 0000-0002-1833-3175

Godsgift Onyinyechukwu Obi, O.D., Optométriste senior, ORCID 0009-0006-1017-097X

Clinton Ifeanyi Okechukwu, O.D., Optométriste senior
ORCID 0009-0005-3428-1562

Département d'optométrie,
Faculté des sciences de la vie,
University of Benin, Edo, Nigéria

Résumé

Introduction

Nous avons étudié la relation entre la réfraction en équivalent sphérique (RES), l'amplitude d'accommodation (AA) et l'accommodation relative (AR) chez de jeunes adultes au Nigéria afin de mieux comprendre la fonction accommodative selon les différents groupes de réfraction.

Méthodes

Nous avons mené une étude observationnelle prospective à la clinique d'optométrie de l'University of Benin auprès de 70 patients (35 hommes et 35 femmes) âgés de 17 à 35 ans. Les mesures comprenaient la RES, l'AA (mesurée par les méthodes de rapprochement au flou, par verres négatifs au flou et de rapprochement modifiée au flou) ainsi que l'AR (accommodation relative négative [ARN] et accommodation relative positive [ARP]) sans correction optique. Des verres positifs et négatifs maximaux ont été utilisés pour évaluer l'accommodation. Nous avons analysé les données au moyen de l'analyse de variance (ANOVA), du test des étendues multiples de Duncan pour les comparaisons par paires et de la régression linéaire et du test *t*.

Résultats

L'AA variait de manière significative selon les groupes de réfraction. Les patients myopes présentaient une AA plus élevée ($10,93 \pm 1,10$ D) que les patients hypermétropes ($9,00 \pm 0,59$ D). Les valeurs moyennes ARN et ARP étaient respectivement de $+2,25 \pm 0,29$ D et $-2,43 \pm 0,37$ D. L'ARN était significativement plus élevée chez les hypermétropes ($+2,51 \pm 0,19$ D), tandis que l'ARP était plus élevée chez les myopes ($-2,72 \pm 0,20$ D). L'AA diminuait avec l'âge ($r = -0,66$, $P < 0,001$), tandis que l'ARN augmentait avec l'âge ($r = 0,45$, $P = 0,001$).

Discussion

Les patients myopes présentaient une ARP plus élevée, tandis que les hypermétropes avaient une ARN plus élevée, ce qui correspond à leurs besoins accommodatifs respectifs. La diminution de l'AA avec l'âge met en évidence la nécessité d'une évaluation précoce de la fonction accommodative. Les corrélations entre l'âge, l'ARN et

l'ARP suggèrent que l'accommodation évolue de façon dynamique au fil du temps.

Conclusion

Les résultats mettent en lumière l'influence significative de l'erreur de réfraction sur l'accommodation. Les patients myopes possèdent des réserves accommodatives plus importantes, ce qui pourrait leur permettre d'accomplir des tâches en vision de près de manière prolongée et confortable. À l'inverse, les patients hypermétropes ont des besoins accommodatifs plus élevés, ce qui peut entraîner une fatigue visuelle ou un inconfort à long terme. En d'autres termes, ces constatations soulignent l'importance clinique de l'évaluation de l'accommodation dans la prise en charge de l'erreur de réfraction, en particulier pour la prescription de verres qui optimisent le confort visuel et la performance.

Mots clés

amplitude d'accommodation, erreur de réfraction en équivalent sphérique, accommodation relative, Nigéria

La fonction principale de l'œil est de fournir une vision claire et confortable. Cependant, avoir un œil en santé ne garantit pas qu'une personne aura une vision claire et confortable à toutes les distances. L'accommodation joue un rôle très important dans la formation d'une image rétinienne nette. C'est un mécanisme qui affecte la clarté visuelle et la vision binoculaire¹. Une perception binoculaire unique et nette est le résultat de l'interaction entre les systèmes d'accommodation et de vergence².

Selon Hofstetter, l'accommodation est le processus par lequel la puissance dioptrique de la lentille cristalline est augmentée pour amener l'image d'un objet proche à se focaliser sur la rétine³. C'est également une modification optique dynamique de la

puissance dioptrique de l'œil, permettant de déplacer le point de focalisation de l'œil de la vision de loin à la vision de près⁴. La théorie du relâchement de l'accommodation de Helmholtz stipule que lorsque les yeux ne sont pas accommodés et sont focalisés au loin, le muscle ciliaire est relâché. Ce relâchement maintient les fibres zonulaires élastiques

Citation suggérée

Iyamu E, Onyinyechukwu G, Okechukwu CI. Réfraction en équivalent sphérique, amplitude d'accommodation et accommodation relative chez une jeune population nigériane. *Can J Optom*. 2026;88(3):29-40.
<https://www.doi.org/10.65636/cjo.v88i3.7136>

Abréviations

AA	amplitude d'accommodation
AR	accommodation relative
ARN	accommodation relative négative
ARP	accommodation relative positive
AV	acuité visuelle
MVNF	méthode par verres négatifs au flou (minus-lens to blur)
MRF	méthode de rapprochement au flou (push-up to blur)
MRMF	méthode de rapprochement modifiée au flou (modified push-up to blur)
RES	réfraction en équivalent sphérique

sous tension, ce qui étire le cristallin vers l'extérieur au niveau de l'équateur et le maintient dans un état relativement aplati. Pendant l'accommodation, le muscle ciliaire se contracte, entraînant une réduction de la tension zonulaire, ce qui permet d'augmenter la courbure du cristallin.

L'amplitude d'accommodation (AA) reflète la réponse accommodative maximale d'un individu et se définit comme la distance dioptrique entre le punctum remotum (c'est-à-dire le point conjugué avec la rétine lorsque l'accommodation est totalement relâchée) et le punctum proximum (c'est-à-dire le point conjugué avec la rétine lorsque l'accommodation est exercée au maximum) de l'accommodation⁵. La mesure de l'AA est un élément des tests cliniques de routine utilisés pour évaluer la fonction accommodative d'un individu. Il existe plusieurs méthodes pour mesurer l'AA de manière subjective, notamment :

- la méthode de rapprochement au flou (MRF), qui consiste à rapprocher un texte cible des yeux;
- la méthode par verres négatifs au flou (MVNF), qui consiste à placer des verres négatifs devant les yeux jusqu'à l'obtention d'un flou soutenu;
- la méthode de rapprochement modifiée au flou (MRMF).

L'AA peut également être mesurée de manière objective par rétinoscopie dynamique et par réfractométrie, mais les résultats peuvent différer de ceux obtenus de manière subjective⁶.

L'erreur de réfraction est une interaction complexe de l'œil, de ses facteurs anatomiques, de la génétique et des influences environnementales. La lumière provenant d'un objet externe se focalise en avant de la rétine (myopie), en arrière de la rétine (hypermétropie), ou ne parvient pas à former un seul point focal sur la rétine (astigmatisme) lorsque l'accommodation est relâchée au maximum⁷.

L'emmétropie, qui est l'état de réfraction optimal de l'œil, se produit lorsque les rayons lumineux tombent directement sur la rétine. Selon Duke-Elder et Abrams, l'emmétropie correspond au cas où des rayons lumineux parallèles frappent un œil physiologiquement normal et sont réfractés pour converger sur la rétine, où ils se focalisent en formant un cercle de moindre diffusion lorsque l'œil est au repos⁸.

Une acuité visuelle fonctionnelle est compatible avec une myopie légère, une emmétropie et même une hypermétropie substantielle, cas dans lequel l'accommodation peut être sollicitée pour ramener le foyer de l'image sur la rétine⁹.

L'AR est la capacité maximale de l'œil à relâcher l'accommodation (c'est-à-dire l'accommodation relative négative [ARN]) ou à stimuler l'accommodation (c'est-à-dire l'accommodation relative positive [ARP]) tout en maintenant une perception binoculaire unique et nette avec une demande de convergence totale constante. Une évaluation de la relation entre les erreurs de réfraction et l'AR peut mettre en évidence la facilité accommodative dans différents types d'erreurs de réfraction. Cela fournira des renseignements complets sur l'état fonctionnel du système visuel et de la vision binoculaire des patients¹⁰.

Il n'existe pas de documentation sur l'association entre la réfraction en équivalent sphérique (RES), l'AA et l'AR chez une population nigériane. Notre étude porte donc sur la relation entre ces variables.

Méthodes

Nous avons mené une étude observationnelle et prospective à la clinique d'optométrie de l'University of Benin. Nous avons recruté des patients de sexe masculin et féminin âgés de 17 à 35 ans. L'admission à l'étude a été faite après que les patients ont eu donné leur consentement éclairé par écrit. Nous avons recueilli une anamnèse détaillée et réalisé des examens optométriques complets pour nous assurer que chaque patient répondait aux critères d'inclusion.

L'approbation éthique a été obtenue auprès du Comité de recherche et d'éthique du Département d'optométrie de l'University of Benin, conformément aux principes de la *Déclaration d'Helsinki 2000*.

L'état de réfraction des patients a été déterminé à l'aide d'un rétinoscope portable et d'une réfraction subjective. La RES de chaque patient a été obtenue en ajoutant la moitié de la puissance du cylindre à la composante sphérique.

L'AA a été mesurée au moyen de la MRF, de la MVNF et de la MRMF.

La MRF a été réalisée de manière monoculaire. Une fois la correction finale placée sur la lunette

d'essai, nous avons présenté à chaque patient sa meilleure lettre d'acuité visuelle (AV) de près (c'est-à-dire un optotype unique de la plus petite ligne lisible) sur l'échelle en notation N à une distance de 40 cm. Le texte a été rapproché progressivement de l'œil du patient jusqu'à ce qu'il remarque le premier flou soutenu. Nous avons mesuré la distance entre le point de flou et le plan des lunettes à l'aide d'une règle millimétrée, puis nous l'avons convertie en dioptries pour obtenir l'AA.

Pour la MVNF, nous avons présenté à chaque patient sa meilleure lettre d'acuité visuelle de près sur l'échelle de notation N à 33 cm, en augmentant progressivement les verres négatifs jusqu'à ce qu'il remarque le premier flou soutenu. La valeur du verre négatif ajouté devant l'œil, additionnée à la valeur dioptrique de la distance de la cible, a donné l'AA.

De plus, l'AA a été mesurée à l'aide de la MRF modifiée avec un verre de $-4,00$ DS selon une procédure MRMF¹¹. La valeur du verre négatif placé devant l'œil, additionnée à la valeur dioptrique de la distance entre le point de flou et le plan des lunettes, a donné l'AA.

Pour mesurer l'ARN et l'ARP avec correction, nous avons demandé aux patients de fixer la ligne 6/6 sur une échelle de près à fort contraste placée à 40 cm, et nous avons modifié l'accommodation à l'aide de verres positifs et négatifs. Nous avons ajouté les verres de manière binoculaire par paliers de $0,25$ D jusqu'au premier léger flou soutenu du patient, qui constituait le point final du test. À ce stade, les lettres n'étaient plus aussi nettes ni aussi lisibles qu'au départ. Nous avons enregistré le total des verres positifs pour le test de l'ARN et des verres négatifs pour le test de l'ARP. L'ARN a été mise à l'essai avant l'ARP afin d'éviter toute influence de l'accommodation sur les mesures.

Les mesures de l'AA, de l'ARN et de l'ARP ont été effectuées sans correction par lunettes ou lentilles de contact. Nous avons déterminé l'état de réfraction par réfraction subjective non cycloplégique avant le test.

Nous avons utilisé le logiciel Statistical Package for Social Sciences version 24.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, États-Unis) pour les analyses statistiques. La normalité de la distribution des variables mesurées

a été vérifiée à l'aide du test Z de Kolmogorov-Smirnov, ainsi que par l'analyse des coefficients d'asymétrie (*skewness*) et d'aplatissement (*kurtosis*) normalisés, devant être compris dans l'intervalle $\pm 1,96$. Nous avons comparé l'AA obtenue par la MVNF, la MRF et la MRMF à l'aide d'une analyse de variance à un facteur (ANOVA). Un test post-hoc a été réalisé pour les comparaisons par paires à l'aide du nouveau test des étendues multiples de Duncan. Nous avons évalué la relation entre les variables mesurées par une analyse de régression linéaire, et les différences liées au sexe entre les variables à l'aide d'un test *t* pour échantillons indépendants (non appariés). La signification statistique a été déclarée lorsque $P \leq 0,05$.

Résultats

Nous avons recruté 70 patients (35 hommes, 35 femmes), âgés de 17 à 35 ans (âge moyen = $23,88 \pm 5,75$ ans). L'asymétrie et l'aplatissement normalisés des données se situaient dans un intervalle de $\pm 1,96$ et le test de Kolmogorov-Smirnov ($P > 0,05$) a montré que toutes les données suivent une distribution normale; nous avons donc utilisé des statistiques de tests paramétriques pour l'analyse des données.

Le Tableau 1 présente les statistiques descriptives des variables mesurées. La RES moyenne était de $-0,17 \pm 1,46$ D, tandis que la myopie et l'hypermétropie moyennes étaient de $-1,34 \pm 0,80$ D (plage : $-0,75$ à $-3,00$ D) et $+1,26 \pm 0,42$ D (plage : $+0,75$ à $+2,50$ D).

Le Tableau 2 présente la répartition de l'ARN, de l'ARP et de l'AA selon le sexe, le groupe d'âge et l'erreur de réfraction. La différence moyenne d'AA entre les groupes d'âge était statistiquement significative ($P < 0,001$). L'AA était significativement plus élevée dans le groupe des 17-20 ans, suivi du groupe des 21-25 ans, puis des groupes des 26-30 ans et 31-35 ans ($P < 0,05$).

Le Tableau 3 montre la répartition de l'ARN et de l'ARP selon le sexe, le groupe d'âge et l'erreur de réfraction selon différentes études. Les différences d'ARN moyenne et d'ARP moyenne entre les groupes d'âge étaient significatives ($P < 0,001$ pour chacune). L'ARN était significativement plus

Tableau 1. Statistiques descriptives sur l'âge, la myopie, l'hypermétropie et l'accommodation relative négative et positive

Variables	n	Minimum	Maximum	Moyenne (SE)	SD	Coefficient d'asymétrie (SE)	Coefficient d'aplatissement (SE)
Âge	70	17	35	23,88 (0,743)	5,752	0,574 (0,309)	-0,979 (0,608)
RES	70	-3,00	+2,50	-0,17 (0,188)	1,458	-0,238 (0,309)	-0,933 (0,608)
Hypermétropie	27	+0,75	+2,50	+1,26 (0,0816)	0,4244	0,907 (0,309)	-0,933 (0,608)
MVNF	70	7,50	14,75	10,06 (0,1704)	1,32017	0,969 (0,309)	1,883 (0,608)
MRF	70	7,50	14,50	10,23 (0,2197)	1,70163	0,541 (0,309)	0,536 (0,608)
MRMF	70	7,75	14,25	10,25 (0,1877)	1,45373	0,990 (0,309)	1,454 (0,608)
ARN	70	+1,75	+3,00	+2,26 (0,0371)	0,28733	0,280 (0,309)	-0,424 (0,608)
ARP	70	-1,50	-3,00	-2,43 (0,0484)	0,37479	0,057 (0,309)	-0,957 (0,608)
Myopie	33	-0,75	-3,00	-1,34 (0,139)	0,798	-1,25 (0,409)	0,197 (0,797)

Abréviations : MVNF, méthode par verres négatifs au flou (minus-lens to blur); MRMF, méthode de rapprochement modifiée au flou (modified push-up to blur); ARN, accommodation relative négative; ARP, accommodation relative positive; MRF, méthode de rapprochement au flou (push-up to blur); SD, écart-type; SE, erreur type; RES, réfraction en équivalent sphérique.

Tableau 2. Répartition de l'accommodation relative négative, de l'accommodation relative positive et de l'amplitude d'accommodation selon le sexe, le groupe d'âge et l'état de réfraction

Variable	n	ARN (D) moyenne $\pm$ SD	ARP (D) moyenne $\pm$ SD	AA (D) moyenne $\pm$ SD
Total	70	+2,26 $\pm$ 0,29	-2,43 $\pm$ 0,37	10,06 $\pm$ 1,32
Sexe				
Homme	35	+2,27 $\pm$ 0,35	-2,43 $\pm$ 0,38	10,10 $\pm$ 1,18
Femme	35	+2,25 $\pm$ 0,21	-2,42 $\pm$ 0,37	10,02 $\pm$ 1,46
Groupe d'âge (années)				
17-20	25	+2,11 $\pm$ 0,24	-2,65 $\pm$ 0,26	11,03 $\pm$ 1,32
21-25	18	+2,15 $\pm$ 0,23	-2,60 $\pm$ 0,31	9,93 $\pm$ 0,73
26-30	11	+2,69 $\pm$ 0,18	-2,06 $\pm$ 0,26	9,13 $\pm$ 0,87
31-35	16	+2,38 $\pm$ 0,13	-2,04 $\pm$ 0,14	9,00 $\pm$ 0,68
État de réfraction				
Emmétropie	10	+2,30 $\pm$ 0,31	-2,41 $\pm$ 0,45	9,70 $\pm$ 0,61
Hypermétropie	27	+2,51 $\pm$ 0,19	-2,06 $\pm$ 0,16	9,00 $\pm$ 0,59
Myopie	33	+2,05 $\pm$ 0,16	-2,72 $\pm$ 0,20	10,93 $\pm$ 1,10

Abréviations : AA, amplitude d'accommodation; ARN, accommodation relative négative; ARP, accommodation relative positive.

Tableau 3. Répartition de l'accommodation relative négative et de l'accommodation relative positive selon différentes études

Variable	Yekta et coll.			Masihuzzaman et coll.			Iyamu et coll. (présente étude)		
Population étudiée	Indienne			Népalaise			Nigériane		
Âge, années	18-35			18-35			17-35		
Variable	n	ARN (D)	ARP (D)	n	ARN (D)	ARP (D)	n	ARN (D)	ARP (D)
Âge, années									
< 20	135	+2,10 ± 0,29	-3,00 ± 0,72	29	+2,67 ± 0,50	-3,23 ± 1,17	2	+2,11 ± 0,24	-2,65 ± 0,26
21-25	202	+2,05 ± 0,32	-2,97 ± 0,67	53	+3,07 ± 0,88	-3,79 ± 1,24	18	+2,15 ± 0,23	-2,60 ± 0,31
26-30	29	+2,10 ± 0,27	-2,96 ± 0,69	26	+2,74 ± 0,55	-3,38 ± 0,79	11	+2,69 ± 0,18	-2,06 ± 0,26
> 30	16	+1,89 ± 0,62	-1,55 ± 1,04	—	—	—	16	+2,38 ± 0,13	-2,04 ± 0,14
Sexe									
Homme	102	+2,06 ± 0,36	-2,73 ± 0,89	59	+2,78 ± 0,61	-3,38 ± 1,01	35	+2,27 ± 0,35	-2,43 ± 0,38
Femme	280	+2,09 ± 0,31	-3,00 ± 0,69	49	+3,01 ± 0,86	-3,74 ± 1,28	35	+2,25 ± 0,21	-2,42 ± 0,37
État de réfraction									
Emmétropie	185	+2,21 ± 0,26	-2,80 ± 0,68	67	+2,88 ± 0,76	-3,36 ± 1,23	10	+2,30 ± 0,31	-2,41 ± 0,45
Myopie	145	+2,00 ± 0,39	-3,09 ± 0,82	30	+2,81 ± 0,61	-3,84 ± 1,23	33	+2,05 ± 0,16	-2,72 ± 0,20
Hypermétropie	52	+2,13 ± 0,30	-2,90 ± 0,77	11	+3,09 ± 0,97	-3,86 ± 1,37	27	+2,51 ± 0,19	-2,06 ± 0,16
Total	382	+2,08 ± 0,33	-2,92 ± 0,76	108	+2,88 ± 0,74	-3,54 ± 1,15	70	+2,26 ± 0,29	-2,43 ± 0,37

élevée dans le groupe des 26-30 ans que dans les groupes des 17-20 ans et 21-25 ans, et elle était la plus faible dans le groupe des 31-35 ans. L'ARP était significativement plus élevée dans les groupes des 17-20 ans et des 21-25 ans que dans les groupes des 26-30 ans et des 31-35 ans.

Les différences liées au sexe dans l'AA, l'ARN et l'ARP n'étaient pas statistiquement significatives ($P > 0,05$) (Tableau 4).

La différence d'AA moyenne entre la MVNF, la MRF et la MRMF pour le groupe de patients hypermétropes n'était pas significative ($P > 0,05$). Quelle que

soit la méthode d'évaluation de l'AA, les patients myopes présentaient systématiquement une AA significativement plus élevée que les patients hypermétropes (Tableau 5).

L'ARN moyenne des patients hypermétropes (+2,51 ± 1,99 D) était significativement plus élevée d'environ 0,46 D que celle des patients myopes (+2,05 ± 1,60 D) ($P < 0,001$). Cependant, l'ARP moyenne des patients myopes (-2,72 ± 0,20 D) était significativement plus élevée d'environ 0,65 D que celle des patients hypermétropes (-2,06 ± 0,16 D) ($P < 0,001$).

Tableau 4. Répartition de l'âge et des valeurs de l'accommodation, de l'accommodation relative négative et de l'accommodation relative positive obtenues par les méthodes par verres négatifs au flou, rapprochement au flou, rapprochement modifiée au flou selon le sexe

Variable	Sexe	Moyenne $\pm$ SD	Valeur p*	IC à 95 %, moyenne $\pm$ 1,96 SE
Âge (années)	Homme	23,00 $\pm$ 4,35	0,24	21,43 à 24,57
	Femme	24,77 $\pm$ 6,84		22,32 à 27,22
Méthode par verres négatifs au flou (D)	Homme	10,11 $\pm$ 1,18	0,79	9,68 à 10,54
	Femme	10,02 $\pm$ 1,46		9,49 à 10,55
Rapprochement au flou (D)	Homme	10,34 $\pm$ 1,33	0,60	9,87 à 10,81
	Femme	10,11 $\pm$ 2,03		9,42 à 10,80
Rapprochement modifiée au flou (D)	Homme	10,30 $\pm$ 1,36	0,78	9,81 à 10,79
	Femme	10,19 $\pm$ 1,56		9,64 à 10,74
Accommodation relative négative (D)	Homme	+2,27 $\pm$ 0,35	0,82	+2,15 à +2,39
	Femme	+2,25 $\pm$ 0,21		+2,17 à +2,33
Accommodation relative positive (D)	Homme	-2,43 $\pm$ 0,38	0,87	-2,29 à -2,57
	Femme	-2,42 $\pm$ 0,37		-2,28 à -2,56

Abréviations : IC, intervalle de confiance; ET, écart-type; SE, erreur type.

Remarque : Aucune des valeurs p n'était significative.

Tableau 5. Répartition de l'amplitude d'accommodation par méthode et erreur de réfraction

Erreur de réfraction	Verres négatifs au flou	Rapprochement au flou	Rapprochement modifiée au flou
Hypermétropie (n = 27)	9,00 $\pm$ 0,59	9,01 $\pm$ 1,14	9,28 $\pm$ 0,91
Myopie (n = 33)	10,93 $\pm$ 1,10	11,22 $\pm$ 1,42	11,04 $\pm$ 1,33
Valeur P	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Remarque : $P < 0,05$ est considéré comme significatif.

Régression linéaire entre les variables mesurées

Nous avons constaté des relations linéaires inverses significatives entre l'âge et la MRF, la MVNF et la MRMF (toutes avec $P < 0,001$). De même, des associations inverses ont été trouvées entre la RES et l'AA évaluée par différentes méthodes (toutes avec $P < 0,001$). Le Tableau 6 présente les relations.

Une association positive significative a été observée entre l'âge et l'ARN ($r = 0,45$, $r^2 = 20,0\%$, $P < 0,001$). La variabilité de 20 % de l'ARN est expliquée par le modèle de régression représenté par l'équation $ARN = 1,73 + 0,022 \times \text{âge}$. De même, une association linéaire positive a été observée entre l'âge et l'ARP ($r = 0,66$, $r^2 = 43,6\%$, $P < 0,001$). Le modèle ajusté est représenté par l'équation $ARP = -3,45 + 0,043 \times \text{âge}$. À partir de ces modèles de

Tableau 6. Associations des variables mesurées représentées par les coefficients de corrélation de Pearson

Variable	ARP	ARN	MRMF	MRF	MVNF
ARP	—	—	—	—	—
ARN	0,77	—	—	—	—
MRMF	-0,63	-0,52	—	—	—
MRF	-0,63	-0,47	0,97	—	—
MVNF	-0,70	-0,66	0,93	0,91	—
Âge	0,66	0,45	-0,68	-0,74	-0,64

Abréviations : MVNF, méthode par verres négatifs au flou; MRMF, méthode de rapprochement modifiée au flou; ARN, accommodation relative négative; ARP, accommodation relative positive; MRF, méthode de rapprochement au flou.

Remarque : Toutes les valeurs $p < 0,001$.

régression, on peut prédire une augmentation de 0,20 D de l'ARN et une diminution de 0,40 D de l'ARP par décennie d'âge.

Pour les analyses complémentaires, l'AA obtenue par la MVNF a été utilisée. Le Tableau 7 présente les associations entre l'âge, l'AA mesurée par différentes méthodes, l'AR et la RES.

Discussion

Les erreurs de réfraction, qui englobent la myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme surviennent lorsque les rayons lumineux ne se focalisent pas précisément sur la rétine, souvent en raison d'une combinaison de facteurs génétiques et environnementaux⁷. Bien que l'emmetropie soit l'état de réfraction optimal où les rayons lumineux convergent sur la rétine, de légères erreurs de réfraction permettent parfois une AV fonctionnelle, en particulier chez les personnes hypermétropes, grâce au rôle compensateur de l'accommodation⁸. L'AR, comprenant l'ARN et l'ARP, reflète la capacité de l'œil à relâcher ou à stimuler l'accommodation tout en maintenant une perception binoculaire unique et nette¹⁰. La relation entre la RES, l'AA et l'AR est essentielle pour comprendre la performance visuelle et la stabilité binoculaire, pourtant peu d'études ont exploré ces interactions au sein de populations diversifiées.

Notre étude montre que la MVNF donne la valeur la plus faible ($10,06 \pm 1,32$ D), ce qui concorde avec les conclusions d'études antérieures¹⁰. Contrairement aux données d'études antérieures, la MRMF donne la valeur la plus élevée ($10,25 \pm 1,45$ D). Cela peut être attribué à l'effet combiné de la convergence proximale, de la profondeur de champ et de l'effet de la stimulation accommodative induite par la lentille de $-4,00$ D placée devant les yeux du patient. La vergence proximale est le sous-type de vergence qui est stimulée par des indices visuels autres que le flou et la disparité rétinienne. En d'autres termes, il s'agit du mouvement oculaire de vergence déclenché par la « conscience de la proximité ». Iyamu et coll.¹² et Mathebula et coll.¹³ ont constaté que l'AA moyenne obtenue par MRF était supérieure à celle obtenue par MVNF. Ils ont attribué cela à l'effet de la profondeur de champ qui entre en jeu lors de la mesure de l'AA par MRF.

Momeni-Moghaddam et coll.¹⁴ ont comparé quatre méthodes subjectives de mesure de l'AA (MRF, méthode d'éloignement jusqu'à la netteté, MVNF et MRMF). Ils ont constaté que la MRF donnait la valeur d'AA la plus élevée, tandis que la MVNF donnait la plus faible. Selon notre étude, la valeur plus élevée obtenue par MRF s'explique probablement par des indices de convergence proximale et d'accommodation supplémentaires lorsque la cible est rapprochée. La MVNF donne une AA plus faible,

Tableau 7. Associations entre l'âge, la réfraction en équivalent sphérique, l'amplitude d'accommodation évaluée par différentes méthodes et l'accommodation relative

Association	Coefficients de corrélation de Pearson	Valeur p	Coefficient de variabilité	Modèle de régression linéaire
Âge et MRF	-0,74	< 0,001	54,8 %	MRF = $15,45 - 0,22 \times \text{âge}$
Âge et MVNF	-0,64	< 0,001	41,5 %	MVNF = $13,59 - 0,15 \times \text{âge}$
Âge et MRMF	-0,68	< 0,001	46,5 %	MRMF = $14,36 - 0,17 \times \text{âge}$
MRF et RES	-0,60	< 0,001	35,5 %	RES = $5,05 - 0,51 \times \text{MRF}$
MVNF et RES	-0,75	< 0,001	56,7 %	RES = $8,19 - 0,83 \times \text{MVNF}$
MRMF et RES	-0,59	< 0,001	34,9 %	RES = $5,90 - 0,59 \times \text{MRMF}$
Âge et ARN	0,45	< 0,001	20,0 %	ARN = $1,73 + 0,022 \times \text{âge}$
Âge et ARP	0,66	< 0,001	43,6 %	ARP = $-3,45 + 0,043 \times \text{âge}$

Abréviations : MVNF, méthode par verres négatifs au flou; MRMF, méthode de rapprochement modifiée au flou; ARN, accommodation relative négative; ARP, accommodation relative positive; MRF, méthode de rapprochement au flou; RES, réfraction en équivalent sphérique.

car les verres négatifs réduisent la taille de la cible à une distance fixe. Ce modèle est cohérent avec le rôle de la profondeur de champ dans la MRF.

L'ARN mesure la capacité maximale à relâcher l'accommodation tout en maintenant une perception binoculaire unique et nette, tandis que l'ARP mesure la capacité maximale à stimuler l'accommodation dans ces mêmes conditions¹⁵. Dans les deux cas, il n'y a pas de changement associé à la vergence¹⁵. Des études antérieures ont rapporté des valeurs normales pour l'ARN et l'ARP^{9,16-21}. Selon le tableau des valeurs attendues¹⁵, la plage déclarée d'ARN et d'ARP était de +1,50 à +2,50 D et de -1,25 à -3,50 D, respectivement. Dans notre étude, la plage des valeurs d'ARN et d'ARP a été indiquée comme étant de +1,75 à +3,00 D et de -1,50 à -3,00 D, ce qui diffère légèrement de la plage de +2,00 à +2,50 D et -2,37 à -3,37 D mentionnée par Padavettan et coll.²¹.

La RES moyenne était de $-0,17 \pm 1,46$ D. Une association linéaire inverse a été trouvée entre la RES et l'AA (MVNF) ($r = -0,75$, $r^2 = 56,7$ %, $P < 0,001$) avec un modèle de régression AA = $8,194 - 0,831 \times \text{RES}$. D'après ce modèle, pour une augmentation de 1,0 D de la myopie, l'AA augmente d'environ 0,83 D, tandis qu'une augmentation de 1,0 D de l'hypermétropie entraînera une diminution de 0,83 D de l'AA. Les RES moyennes de l'hypermétropie et de la myopie pour notre étude, et celle de Yekta et coll.¹⁰ étaient respectivement de $+1,26 \pm 0,42$ D, $-1,34 \pm 0,80$ D; $+0,79 \pm 0,85$ D et $-2,44 \pm 2,45$ D.

L'ARN moyenne du groupe hypermétrope était significativement plus élevée de 0,46 D par rapport au groupe myope. Cela concordait avec les rapports de Yekta et coll.¹⁰ et de Masihuzzaman et coll.²². L'ARN moyenne observée chez les hypermétropes met en évidence l'effort accommodatif requis pour accomplir des tâches en vision de près sans correction visuelle.

Bien que l'ARP ne présentait aucune variation significative entre les groupes hypermétropes et myopes dans les études antérieures de Masihuzzaman et coll.²² et Yekta et coll.¹⁰, notre étude a révélé une ARP significativement plus élevée chez les patients myopes que chez les hypermétropes. Cela montre que le groupe myope dispose d'une réserve accommodative importante garantissant une perception binoculaire unique et nette.

L'ARP était supérieure à l'ARN dans le groupe myope. Cela correspond aux conclusions de Yekta et coll. et de Masihuzzaman et coll.^{10,22}. L'ARP du groupe hypermétrope était inférieure à l'ARN dans notre étude, ce qui correspond également aux observations de Yekta et coll. et de Masihuzzaman et coll.^{10,22}.

Il est possible d'obtenir des capacités de lecture confortables et efficaces en prescrivant des verres positifs. D'un autre côté, l'ARP plus élevée rapportée dans le groupe myope montre que ces patients ont la capacité d'effectuer des tâches prolongées ou soutenues en vision de près avec confort¹⁵. L'AR joue un rôle important dans la détection des dysfonctions accommodatives, telles que l'insuffisance ou l'excès d'accommodation.

Aucune corrélation linéaire significative n'a été trouvée entre la myopie et l'ARN ou l'ARP, ni entre l'hypermétropie et l'ARN ou l'ARP. Dans notre étude, l'ARN moyenne la plus élevée était observée dans le groupe des 26-30 ans et la plus faible dans celui des 31-35 ans, tandis que l'ARP moyenne la plus élevée était observée chez les 17-20 ans et la plus faible chez les 31-35 ans. Masihuzzaman et coll. ont rapporté les valeurs moyennes d'ARN et d'ARP les plus élevées pour leur groupe d'âge des 21-25 ans²². Yekta et coll.¹⁰ ont rapporté l'ARN la plus élevée pour les groupes des 20 ans et moins et des 26-30 ans, tandis que la valeur d'ARP la plus élevée a été observée dans le groupe des 20 ans et moins.

Une association linéaire positive a été trouvée dans notre étude entre l'âge et l'ARN. À partir de l'équation de régression, il est possible de prédire une augmentation d'ARN de +0,22 D pour chaque décennie d'âge. Cela contredit la conclusion de Yekta et coll.¹⁰ qui n'avaient trouvé aucune relation entre l'ARN et l'âge.

Une association inverse significative a été constatée dans notre étude entre l'âge et l'ARP. Selon le modèle ajusté, il est possible de prédire une diminution de 0,43 D dans l'ARN par décennie d'âge.

Une association inverse significative a été observée entre l'AA et l'ARN ($P < 0,001$), avec un modèle $ARN = +3,711 - 0,144 \times AA$, ce qui suggère qu'une diminution de l'AA est associée à une plus grande dépendance envers l'ARN pour maintenir une vision nette lors des tâches en vision de près. De même, une association inverse significative a été trouvée entre l'AA et l'ARP, avec un modèle de régression $ARP = 0,428 - 0,198 \times AA$. Cela montre qu'une augmentation de 1,0 D de l'AA se traduirait par une augmentation de l'ARP d'environ 0,20 D. Cela démontre clairement que l'ajout de verres positifs pour augmenter l'accommodation accroît l'ARP, qui est le reflet de l'accommodation en réserve, ce qui se traduirait par une perception binoculaire unique, claire et confortable lors des tâches en vision de près. Notre étude montre que l'ARN et l'ARP sont influencées par l'état de réfraction et l'accommodation.

Dans l'ensemble, nos recherches apportent des données précieuses au corpus existant de documentation sur les erreurs de réfraction et la dynamique accommodative (AA et AR) dans un contexte nigérian, comblant ainsi un manque de connaissances notable. Notre étude a utilisé plusieurs méthodes de mesure (à savoir MVNF, MRF et MRMF) pour évaluer l'AA, garantissant ainsi des comparaisons solides.

Limites

Un échantillon plus large permettrait d'améliorer la généralisation des résultats.

Une lacune possible de notre étude réside dans le fait que la réfraction a été effectuée sans cycloplégie. Par conséquent, il est possible qu'un spasme accommodatif ait été présent chez certains patients et ait influencé les résultats de la réfraction.

De plus, l'absence de mesures des fonctions binoculaires (par exemple, la phorie de près, la vergence fusionnelle, le rapport AC/A) peut avoir eu une incidence sur l'interprétation des comparaisons entre l'ARP et l'ARN.

Conclusion

Notre étude fournit des renseignements précieux sur la relation entre la RES, l'AA et l'AR chez une jeune population nigériane.

Les résultats mettent en évidence des variations significatives de la fonction accommodative selon les différents états de réfraction : les patients myopes présentent une AA et une ARP plus élevées, tandis que les patients hypermétropes affichent une valeur d'ARN supérieure.

De plus, nous avons constaté que l'âge est inversement corrélé à l'AA, ce qui indique un déclin progressif de la capacité d'accommodation au fil du temps, alors que l'ARN augmente et l'ARP diminue avec l'âge.

Notre étude confirme que l'erreur de réfraction influence de manière significative l'accommodation. Les patients myopes disposent de réserves accommodatives plus importantes, ce qui pourrait leur permettre d'accomplir des tâches en vision de près de façon prolongée et confortable. À l'inverse, les patients hypermétropes font face à des demandes accommodatives plus élevées, ce qui peut entraîner une fatigue visuelle ou un inconfort au fil du temps. Ces constatations soulignent l'importance clinique de l'évaluation de l'accommodation dans la prise en charge de l'erreur de réfraction, en particulier pour la prescription de verres qui optimisent le confort et la performance visuelle.

Bien que notre recherche comble un manque majeur dans la compréhension de la dynamique de l'accommodation au sein de la population nigériane, des études complémentaires sont recommandées. Les recherches futures devraient intégrer des échantillons plus larges et plus diversifiés, des évaluations longitudinales ainsi que des méthodes objectives de mesure de l'accommodation afin de renforcer l'applicabilité clinique et d'améliorer les stratégies de soins oculovisuels.

Divulgations

Source de financement : Cette étude n'a reçu aucune subvention particulière d'organismes de financement des secteurs publics, commerciaux ou sans but lucratif.

Intérêts concurrents : Aucun des auteurs n'a déclaré de conflit d'intérêts.

Approbation éthique : L'approbation éthique a été obtenue auprès du Comité de recherche et d'éthique du Département d'optométrie de l'University of Benin, conformément aux principes de la *Déclaration d'Helsinki 2000*. Les patients ont donné leur consentement éclairé par écrit après une explication approfondie de l'objectif de l'étude.

Énoncé relatif à l'intelligence artificielle : Les auteurs confirment qu'aucune IA générative ou technologie assistée par l'IA n'a été utilisée pour créer du contenu.

Auteur pour la correspondance : Eghosasere Iyamu, eghosasere.iyamu@uniben.edu

Références

1. Hoffman DM, Girshick AR, Akeley K, Banks MS. Vergence-accommodation conflicts hinder visual performance and cause visual fatigue. *J Vis.* 2008;8(3):1-30. <https://doi.org/10.1167/8.3.33>
2. Rucci M, Victor JD. Perspective: Can eye movements contribute to emmetropization? *J Vis.* 2018;18(7):10. <https://doi.org/10.1167/18.7.10>
3. Hofstetter HW, Griffin JR, Berman MS, Everson RW. *Dictionary of vision science and related clinical terms*. Boston: Butterworth-Heinemann; 2000.
4. Croft MA, Glasser A, Kaufman PL. Accommodation and presbyopia. *Int ophthalmol Clin.* 2001;41(2):33-46. <https://doi.org/10.1097/00004397-200104000-00005>
5. Doshi S, Harvey W. *Investigative Techniques and Ocular Examination*. Elsevier Health Sciences; 2003. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-5404-3.X5001-6>
6. Glickstein M, Millodot M. Retinoscopy and eye size. *Science.* 1970;168(3931):605-606. <https://doi.org/10.1126/science.168.3931.605>
7. Rosenfield M, Logan N (eds.). *Optometry: Science, Techniques and Clinical Management*. Elsevier Health Sciences; 2016.
8. Duke-Elder, S., Abrams, D. *Practice of Refraction* (9th ed.). Churchill Livingstone; 1993.
9. Morgan IG, Rose KA, Ellwein LB. Refractive error study in children survey group. Is emmetropia the natural endpoint for human refractive development?

- An analysis of population-based data from the refractive error study in children (RESC). *Acta ophthalmol.* 2010;88(8):877-884.
<https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2009.01800.x>
10. Yekta A, Hashemi H, Khabazkhoob M, Ostadimoghaddam H, Ghasemi-Moghaddam S, Jafarzadehpour E, Shokrollahzadeh F. The distribution of negative and positive relative accommodation and their relationship with binocular and refractive indices in a young population. *J Curr Ophthalmol.* 2017;29(3):204-209.
<https://doi.org/10.1016/j.joco.2017.01.001>
 11. Abu EK, Ocansey S, Yennu J, Asirifi I, Marfo R. Comparing different methods of measuring accommodative amplitude with Hofstetter's normative values in a Ghanaian population. *Curr Eye Res.* 2018;43(9):1145-1150.
<https://doi.org/10.1080/02713683.2018.1480044>
 12. Iyamu E, Iyamu JE, Oghovwerha L. Anthropometry, amplitude of accommodation, and spherical equivalent refractive error in a Nigerian population. *International Scholarly Research Notices.* 2012; 2012:295613. <https://doi.org/10.5402/2012/295613>
 13. Mathebula SD, Ntsoane MD, Makgaba NT, Landela KL. Comparison of the amplitude of accommodation determined subjectively and objectively in South African university students. *Afr Vis Eye Health.* 2018;77(1).
<https://doi.org/10.4102/aveh.v77i1.437>
 14. Momeni-Moghaddam H, Kundart J, Askarizadeh F. Comparing measurement techniques of accommodative amplitudes. *Indian J Ophthalmol.* 2014;62(6):683-687.
<https://doi.org/10.4103/0301-4738.126990>
 15. Cooper JS, Burns CR, Cotter SA, Daum KM, Griffin JR, Scheiman MM. *Care of the Patient with Accommodative and Vergence Dysfunction.* American Optometric Association, 2011.
<https://www.aoa.org/AOA/Documents/Practice%20Management/Clinical%20Guidelines/Consensus-based%20guidelines/Care%20of%20Patient%20with%20Accommodative%20and%20Vergence%20Dysfunction.pdf>
 16. Scheiman M, Wick B. *Clinical management of binocular vision: Heterophoric, accommodative, and eye movement disorders.* Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
 17. Morgan MW Jr. The clinical aspects of accommodation and convergence. *Am J Optom Arch Am Acad Optom.* 1944;21(8):301-313.
<https://doi.org/10.1002/j.2330-9474.1944.tb00044.x>
 18. Chen AH, Abidin AHZ. Vergence and accommodation system in Malay primary school children. *Malays J Med Sci.* 2002;9(1):9-15.
 19. Borsting E, Rouse M, Shin S, Dold E, McClallen A. Repeatability of the visagraph II in the analysis of children's eye movements during reading. *Optom Vis Dev.* 2007;38(2):67-73.
 20. Jorge J, de Almeida JB, Parafita MA. Binocular vision changes in university students: A 3-year longitudinal study. *Optom Vis Sci.* 2008;85(10):E999-E1006.
<https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e3181890d35>
 21. Padavettan C, Nishanth S, Vidhyalakshmi S, Madhivanan N, Madhivanan N. Changes in vergence and accommodation parameters after smartphone use in healthy adults. *Indian J Ophthalmol.* 2021;69(6):1487-1490.
https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_2956_20
 22. Masihuzzaman M, Dhakal P, Gautam K. Relationship of negative, positive relative accommodation and negative, positive fusional vergence in ametropes and emmetropes in young population of Nepal. *Acta Sci Ophthalmol.* 2021;4(1): 3-8.
<https://actascientific.com/ASOP/ASOP-04-0191.php>