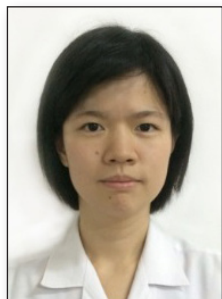


Principles of Presbyopia Treatment



Punyanuch Pisitpayat, MD¹

บทคัดย่อ

หลักการของการรักษาภาวะสายตาสายตามวัย

ปณณช พิลิฐพยัต, พ.บ.¹

¹ภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

ภาวะสายตาสายตามวัย เป็นภาวะความผิดปกติที่เกิดจากการลดลงของกำลังการเพ่งของลูกตา ส่งผลให้เกิดปัญหาในการใช้สายตาระยะใกล้ มักพบในประชากรตั้งแต่อายุ 40 ปีขึ้นไป จุดมุ่งหมายของการให้การรักษาภาวะสายตาสายตามวัยคือ เพื่อให้บุคคลนั้นสามารถใช้สายตาในการมองระยะใกล้ได้ โดยหลักการของการรักษา สามารถแบ่งเป็น 3 หลักการคือ monovision, multifocality และการฟื้นฟู accommodation ทั้ง 3 หลักการนี้ ประกอบไปด้วยการใช้อุปกรณ์เสริม ได้แก่ แว่นสายตา เลนส์สัมผัส การใส่ยา และการผ่าตัด ซึ่งแต่ละวิธีนั้นมีข้อดี ข้อด้อยหรือผลข้างเคียงของการรักษาแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีความสำคัญที่จักษุแพทย์สามารถให้ข้อมูลและเลือกวิธีการแก้ไขภาวะสายตาสายตามวัยได้อย่างเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยแต่ละราย

คำสำคัญ: ภาวะสายตาสายตามวัย ภาวะสายตาสูงอายุ

Abstract

Presbyopia is a physiological insufficiency of accommodation associated with the aging of the eye which results in progressively worsening of ability to focus clearly on close objects. The condition is commonly found in people age 40 years or older. The goal of amblyopia treatment is to enable the patient to see clearly at close range. Principles of treatment include monovision, multifocality and restoration of accommodation. The equipment used include spectacles, contact lenses, drugs or surgeries. The advantages and disadvantages of each treatment option are discussed.

Key words: presbyopia, monovision, multifocality, accommodation

¹Department of Ophthalmology, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital

ปัจจุบันประเทศไทยก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยหนึ่งในภาวะทางสายตาที่สำคัญ และสามารถพบเจอได้ในผู้สูงอายุทั่วไป คือ ภาวะสายตาวายตามวัย (presbyopia) ภาวะนี้ไม่ถือเป็นโรค แต่เป็นภาวะความผิดปกติที่เกิดจากการลดลงของกำลังการเพ่ง (accommodation) ของลูกตา ส่งผลให้เกิดปัญหาในการใช้สายตาระยะใกล้ มักพบในประชากรตั้งแต่อายุ 40 ปีขึ้นไป และหากอายุตั้งแต่ 50-52 ปีขึ้นไป พบว่าจะมีภาวะสายตาวายตามวัยเกิดขึ้นในทุกคน¹ จากข้อมูลของการศึกษาในปีพ.ศ. 2558 พบว่าประชากรทั่วโลกที่มีปัญหาภาวะสายตาวายตามวัย มีมากถึง 1.8 พันล้านคน และในจำนวนนี้ ประชากร 826 ล้านคน ถือเป็นบุคคลที่บกพร่องทางการมองเห็นเนื่องจากไม่ได้รับการรักษาภาวะสายตาวายตามวัย² ดังนั้นจึงมีความสำคัญที่จักษุแพทย์สามารถให้การแก้ไขภาวะสายตาวายตามวัยได้อย่างเหมาะสม

ทฤษฎีของการเกิดภาวะสายตาวายตามวัย

สำหรับทฤษฎีของการเกิดภาวะสายตาวายตามวัย มีหลายทฤษฎี โดยทฤษฎีที่ได้รับการกล่าวถึงและยอมรับมากที่สุด คือ Helmholtz hypothesis^{3,4} ทฤษฎีนี้ เชื่อว่าการเพิ่มกำลังการเพ่งของลูกตา เริ่มจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ciliary ซึ่งทำให้แรงดึงของ zonule ต่เลนส์ตาลดลง โดยเนื่องจากถุงหุ้มเลนส์มีแรง elastic ในตัว จึงส่งผลให้เลนส์ตาเกิดการโก่งตัว (increase in anterior and posterior lens curvature) เป็นการเพิ่มกำลังของเลนส์ตา แต่เมื่ออายุมากขึ้น เลนส์ตาสูญเสียความยืดหยุ่น ไม่สามารถโก่งตัวเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ จึงเกิดภาวะสายตาวายตามวัย

นอกจากนี้ยังมีอีกทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับเมื่อสมัยก่อน คือ Schachar theory of accommodation^{5,6} ในทฤษฎีนี้เชื่อว่าการเพิ่มกำลังการเพ่งของลูกตาเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ciliary ส่งแรงผ่านเส้นใย (zonule) ไปที่เลนส์ตา โดยมีผลเฉพาะที่รอบนอกของเลนส์ ทำให้เลนส์ตาเคลื่อนที่เข้าใกล้ตาขาว (sclera) มากขึ้น เนื้อเลนส์ส่วนกลางเพิ่มขึ้น ทำให้มีการส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความโค้ง

เลนส์ (increase in central lens curvature) และเพิ่มกำลังของเลนส์ตา ซึ่งภาวะสายตาวายตามวัยเกิดจากการที่ขนาดของเลนส์เพิ่มขึ้นตามอายุ ระยะห่างระหว่างกล้ามเนื้อ ciliary กับเลนส์ตาลดลง ทำให้แรงดึงของกล้ามเนื้อ ciliary ผ่านเส้นใย (zonule) ไปที่เลนส์ตาลดลงด้วยเช่นกัน หากมีการเพิ่มระยะทางระหว่างกล้ามเนื้อ ciliary และเลนส์ตา จะส่งผลให้แรงดึงผ่านเส้นใยไปที่เนื้อเลนส์มากขึ้น จึงเป็นการ จะส่งผลทำให้เลนส์ตาคลับมามีกำลังในการเพ่งได้ ซึ่งวิธีการที่สามารถเพิ่มระยะทางระหว่างกล้ามเนื้อ ciliary และเลนส์ตา จะส่งผลให้แรงที่ผ่านเส้นใยไปที่เลนส์ตาเพิ่มขึ้นได้ โดยหลักการของ Schachar นี้เอง ทำให้ยุคสมัยหนึ่งมีการรักษาภาวะสายตาวายตามวัย โดยการผ่าตัดที่ตาขาว เพื่อเพิ่มระยะห่างระหว่างตาขาว และ กล้ามเนื้อ ciliary ส่งผลทำให้แรงดึงผ่านเส้นใยไปที่เลนส์ตานั่นเอง

ต่อมาจากรายงานต่างๆ และการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ พบว่าขณะที่เกิดการเพ่ง รูปร่างของเลนส์ตาจะมีการเปลี่ยนแปลงคือ ขนาดของเลนส์ตาลดลง ความหนาของเลนส์ตาเพิ่มขึ้น เลนส์ตามีการเคลื่อนที่ไปทางข้างหน้า และถุงหุ้มเลนส์ตาสวนกลางโก่งมากขึ้น⁷⁻⁹ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ สามารถหักล้างทฤษฎีของ Schachar ทำให้ในปัจจุบันทฤษฎีของ Schachar จึงไม่ได้รับการยอมรับแล้ว

การรักษาภาวะสายตาวายตามวัย (presbyopia treatment)

จุดมุ่งหมายของการให้การรักษาภาวะสายตาวายตามวัยคือ เพื่อให้บุคคลนั้นสามารถใช้สายตาในการมองเห็นระยะใกล้ได้โดยหลักการของการรักษา สามารถแบ่งเป็น 3 หลักการคือ

1. Monovision
2. Multifocality
3. การฟื้นฟู accommodation

ทั้ง 3 หลักการนี้ ประกอบไปด้วยการใช้อุปกรณ์เสริมการใช้ยา หรือการผ่าตัด ซึ่งแต่ละหลักการนั้น มีข้อดี และสิ่งไม่พึงประสงค์ หรือผลข้างเคียงแตกต่างกัน ดังจะกล่าวต่อไป

หลักการของการรักษาภาวะสายตาสายตามวัย (Principles of presbyopia treatment)

1. Monovision

หลักการนี้ คือการทำให้จุดโฟกัสในตา 2 ข้าง ไม่ได้รวมภาพเป็นจุดเดียวกัน กล่าวคือ มีการทำให้ตา 1 ข้าง โฟกัสภาพจากระยะไกล โดยทั่วไปมักเลือกตาข้างที่เป็น ตาเด่น (dominant eye) และตาอีกข้าง ซึ่งเป็นตาด้อย (nondominant eye) จะเลือกให้โฟกัสภาพจากระยะใกล้ หลักการนี้ต้องอาศัยความสามารถของสมอง ในการแปล ภาพ (process) จากตาข้างที่รับภาพชัด พร้อมกับเลือก ที่จะไม่รับภาพ (suppress) จากตาข้างที่ไม่ชัด จะเห็นว่า ภาวะนี้จำเป็นต้องอาศัยการปรับตัว (neuroadaptation) และส่งผลต่อคุณภาพการมองเห็น ภาพที่ได้มีความคมชัด ลดลง (decreased binocular acuity) การเห็นภาพ 3 มิติ (stereopsis) ลดลง การแยกความแตกต่างของความ มีด-สว่าง (contrast sensitivity) ลดลง และอาจมีแสง รบกวน (ghosting) หรือแสงกระจาย (glare and halos) โดยเฉพาะในเวลากลางคืน¹⁰⁻¹³

วิธีในการทำให้เกิดภาวะ monovision มีดังต่อไปนี้

1.1 การใช้แว่นตา

1.2 การใช้เลนส์สัมผัส

1.3 การผ่าตัด

○การผ่าตัดที่กระจกตา ได้แก่ การใช้เลเซอร์ หรือการผ่าตัดที่กระจกตา (corneal laser surgery, thermokeratoplasty, intracorneal photodisruption, corneal inlays)

○การผ่าตัดภายในลูกตา ได้แก่ การใส่เลนส์เทียม (intraocular lens - IOL)

จักษุแพทย์มักจะทำการจำลองภาพที่จะเกิดขึ้นใน ภาวะ monovision ให้ผู้ป่วยรับทราบ อาจโดยการใช้แว่น หรือเลนส์สัมผัส ก่อนรักษาด้วยการผ่าตัด นอกจากนี้ใน กรณีที่ต้องการความคมชัดมากยิ่งขึ้น สามารถปรับให้ตาทั้ง 2 ข้างโฟกัสที่ระยะเดียวกัน โดยการใช้อุปกรณ์เสริมต่างๆ ได้แก่ แว่นตาหรือเลนส์สัมผัส ร่วมด้วยหลังผ่าตัดได้¹⁴⁻¹⁶

โดยทั่วไปแล้ว ค่าความแตกต่างของสายตาทั้ง 2 ข้าง มักอยู่ระหว่าง 0.75 – 2.0 D ทั้งนี้ ขึ้นกับระยะที่ผู้ป่วย ต้องการใช้งาน และการปรับตัวของผู้ป่วย¹⁷⁻²⁴ และข้อสำคัญ คือ ในแต่ละค่าความแตกต่างของค่าสายตา สามารถช่วย การมองใกล้ได้ประมาณ 3-5 ปี เนื่องจากกำลังการเพ่งของ มนุษย์เรา จะมีการลดลงเรื่อยๆตามอายุ จากการศึกษาของ Donders²⁵, Duane²⁶, Turner²⁷ และ Hofstetter²⁸ ได้ค่า กำลังการเพ่งในแต่ละช่วงอายุ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงกำลังการเพ่งในแต่ละช่วงอายุต่างๆ

อายุ (ปี)	Donders	Duane	Turner	Hofstetter
30	7.0	8.4	6.7	9.5
35	5.5	7.1	6.0	8.0
40	4.5	6.0	4.3	6.5
45	3.5	3.7	2.5	5.0
50	2.5	2.1	1.6	3.5
55	1.7	1.5	1.1	2.0
60	1.0	1.2	0.7	0.5
65	0.5	1.1	0.6	-
70	0.2	1.0	-	-

ดัดแปลงจาก Pointer JS. Overview of clinical aspects. Presbyopia surgery introduction. In: Pallikaris IG, Plainis S, Charman WN, eds. Presbyopia: origins, effects, and treatment. Thorofare, NJ: SLACK Incorporated; 2012:14.

2. Multifocality

หลักการนี้คือ การที่แสงผ่านเข้ามาในตา จะมีการแบ่งจุดโฟกัสเป็นระยะใกล้และระยะไกล จากนั้นอาศัยความสามารถของสมองในการแปลภาพ (process) จากส่วนของจอตาที่รับภาพชัด พร้อมกับเลือกที่จะไม่รับภาพ (suppress) จากส่วนของจอตาที่รับภาพไม่ชัด (จะเห็นได้ว่า หลักการนี้ สมองเลือกไม่รับภาพจากจอตาส่วนที่ไม่ชัด แต่กรณี monovision สมองเลือกไม่รับภาพทั้งหมดจากตาข้างที่ไม่ชัด)

ดังนั้นหลักการ multifocality ต้องอาศัยการปรับตัว (neuroadaptation process) เช่นเดียวกับ monovision นอกจากนี้คุณภาพของการมองเห็นในภาวะ multifocality จะด้อยลง โดยเฉพาะการลดลงของการแยกความแตกต่างของความมืด-สว่าง (contrast sensitivity) sensitivity การมีแสงรบกวน (ghosting) หรือแสงกระจาย (glare and halos) โดยเฉพาะในเวลากลางคืน²⁹⁻³⁵

วิธีในการทำให้เกิดภาวะ multifocality มีดังต่อไปนี้

2.1 การใช้แว่นตา ชนิด progressive lens

2.2 การใช้เลนส์สัมผัส ชนิด multifocal lens

2.3 การผ่าตัด

○การผ่าตัดที่กระจกตา ได้แก่ การใช้เลเซอร์ที่กระจกตา (corneal laser surgery)

○การผ่าตัดภายในลูกตา ได้แก่ การใส่เลนส์เทียม (intraocular lens - IOL) ชนิด multifocal IOL

3. การฟื้นฟู accommodation

หลักการนี้ มุ่งหวังให้ลูกตาสามารถกลับมา มีความสามารถในการเพ่ง เพื่อใช้ในการมองระยะใกล้ โดยอาจใช้วิธีการผ่าตัดที่ตาขาว³⁶⁻³⁹ การใช้เลเซอร์ยิงที่เลนส์ตา⁴⁰⁻⁴³ การผ่าตัดใส่เลนส์เทียมที่มีความสามารถในการเปลี่ยนกำลังการหักเหของแสงได้เมื่ออยู่ในลูกตา⁴⁴⁻⁵⁰ และการใช้ยา^{51,52} ซึ่งยังอยู่ในขั้นตอนการศึกษาวิจัย

สรุป

การรักษาภาวะสายตาวายตามวัย สามารถให้การ รักษาได้จาก 3 หลักการ คือ monovision, multifocality

และการฟื้นฟู accommodation ซึ่งวิธีการทำให้เกิด ภาวะเหล่านี้ได้อาศัยการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ยา เลเซอร์ หรือการผ่าตัด ซึ่งรายละเอียดของแต่ละวิธีจะได้ กล่าวถึงในครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Kleinstein RN. Epidemiology of presbyopia. In: Stark L, Obrecht G, eds. Presbyopia. New York: Professional Press;1987:14-5.
2. Fricke TR., Tahhan N., Resnikoff S., Papas E., Burnett A., Ho S.M., et al. Global Prevalence of Presbyopia and Vision Impairment from Uncorrected Presbyopia: Systematic Review, Meta-analysis, and Modeling. Ophthalmology 2018;125(10):1492-9.
3. Southall JPC, ed. Helmholtz's Treatise on Physiological Optics. Translated from the 3rd German ed. New York: Dover Publications;1962.
4. Charman WN. The eye in focus: Accommodation and presbyopia. Clin Exp Optom 2008;91:207-25.
5. Schachar RA. Cause and treatment of presbyopia with a method for increasing the amplitude of accommodation. Ann Ophthalmol 1992;24(12):445-7, 452.
6. Schachar RA. Theoretical basis for the scleral expansion band procedure for surgical reversal of presbyopia. Compr Ther 2001;27:39-46.
7. Glasser A, Kaufman PL. The mechanism of accommodation in primates. Ophthalmology 1999;106(5):863-72.
8. Strenk SA, Strenk LM, Koretz JF. The mechanism of presbyopia. Prog Retin Eye Res 2005;24(3):379-93.
9. Strenk SA, Strenk LM, Guo S. Magnetic resonance imaging of the anteroposterior position and thickness of the aging, accommodating, phakic, and pseudophakic ciliary muscle. J Cataract Refract Surg 2010;36:235-41.
10. McGill E, Erickson P. Stereopsis in presbyopes wearing monovision and simultaneous vision bifocal contact lenses. Am J Optom Physiol Opt 1988; 65:619-26
11. Collins M, Goode A, Brown B. Distance visual acuity and monovision. Optom Vis Sci 1993;70:723-8.

12. Josephson JE, Caffery BE. Monovision vs. bifocal contact lenses: crossover study. *J Am Optom Assoc* 1987;58:652-4.
13. Bennett ES, Remba MJ, Weissman BA. Contact lenses and the elderly patient. In: Rosenbloom AA, Morgan MW, eds. *Vision and aging*, 2nd ed. Boston: Butterworth-Heinemann;1993:251- 89.
14. Farid M, Steinert RF. Patient selection for monovision laser refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2009;20:251-4.
15. Davidson RS, Dhaliwal D, Hamilton DR, Jackson M, Patterson L, Stonecipher K, et al. Surgical correction of presbyopia. *J Cataract Refract Surg* 2016;42:920-30.
16. Cox CA, Krueger RR. Monovision with laser vision correction. *Ophthalmol Clin North Am* 2006;19:71-5.
17. Greenstein S, Pineda R 2nd. The quest for spectacle independence: A comparison of multifocal intraocular lens implants and pseudophakic monovision for patients with presbyopia. *Semin Ophthalmol* 2017;32:111-5.
18. Gil-Cazorla R, Shah S, Naroo SA. A review of the surgical options for the correction of presbyopia. *Br J Ophthalmol* 2016;100:62-70.
19. Kelava L, Barić H, Bušić M, Čima I, Trkulja V. Monovision versus multifocality for presbyopia: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Adv Ther* 2017;34:1815–39.
20. Ito M, Shimizu K, Iida Y, Amano R. Five-year clinical study of patients with pseudophakic monovision. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:1440-5.
21. Finkelman YM, Ng JQ, Barrett GD. Patient satisfaction and visual function after pseudophakic monovision. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:998-1002.
22. Zhang F, Sugar A, Arbisser L, Jacobsen G, Artico J. Crossed versus conventional pseudophakic monovision: Patient satisfaction, visual function, and spectacle independence. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:1845-54.
23. Evans BJ. Monovision: a review. *Ophthalmic Physiol Opt* 2007;27:417-39.
24. Jain S, Arora I, Azar DT. Success of monovision in presbyopes: Review of the literature and potential applications to refractive surgery. *Surv Ophthalmol* 1996;40:491-9.
25. Donders FC. On the anomalies of accommodation and refraction of the eye. London: The New Sydenham Society;1864:204-14.
26. Duane A. Normal values of the accommodation at all ages. *JAMA* 1912; 59:1010-3.
27. Turner MJ. Observations on the normal subjective amplitude of accommodation. *Br J Physiol Opt* 1958;15(2):70-100.
28. Hofstetter HW. Useful age-amplitude formula. *Optom World* 1950;38:42-5.
29. Liu JP, Zhang F, Zhao JY, Ma LW, Zhang JS. Visual function and higher order aberration after implantation of aspheric and spherical multifocal intraocular lenses: A meta-analysis. *Int J Ophthalmol* 2013;6:690–5.
30. Blaylock JF, Si Z, Vickers C. Visual and refractive status at different focal distances after implantation of the ReSTOR multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2006;32(9):1464–73.
31. Schmitz S, Dick HB, Krummenauer F, Schwenn O, Krist R. Contrast sensitivity and glare disability by halogen light after monofocal and multifocal lens implantation. *Br J Ophthalmol* 2000;84(10):1109–12.
32. Montés-Micó R, España E, Bueno I, Charman WN, Menezo JL. Visual performance with multifocal intraocular lenses: mesopic contrast sensitivity under distance and near conditions. *Ophthalmology* 2004;111(1):85–96.
33. Vega F, Alba-Bueno F, Millán MS. Energy distribution between distance and near images in apodized diffractive multifocal intraocular lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(8):5695–701.
34. Kasper T, Bühren J, Kohnen T. Visual performance of aspherical and spherical intraocular lenses: intraindividual comparison of visual acuity, contrast sensitivity, and higher-order aberrations. *J Cataract Refract Surg* 2006;32(12):2022–9.
35. Pallikaris IG. Presbyopia surgery introduction. In: Pallikaris IG, Plainis S, Charman WN, eds. *Presbyopia: origins, effects, and treatment*. Thorofare, NJ: SLACK Incorporated; 2012:141-2.
36. Malecaze FJ, Gazagne CS, Tarroux MC, Gorrand JM. Scleral expansion bands for presbyopia. *Ophthalmology* 2001;108:2165–71.

37. Malecaze FJ, Soler V, Guillard C. Scleral expansion bands. In: Pallikaris IG, Plainis S, Charman WN, eds. *Presbyopia: origins, effects, and treatment*. Thorofare, NJ: SLACK Incorporated; 2012:213–7.
38. Hipsley A, Hall B, Rocha KM. Scleral surgery for the treatment of presbyopia: Where are we today? *Eye and Vis* 2018;5:4.
39. Balgos MJ, Vargas V, Alió JL. Correction of presbyopia: An integrated update for the practical surgeon. *Taiwan J Ophthalmol* 2018;8:121-40.
40. Myers RI, Krueger RR. Novel approaches to correction of presbyopia with laser modification of the crystalline lens. *J Refract Surg* 1998;14:136–9.
41. Krueger RR, Kuszak J, Lubatschowski H, Myers RI, Ripken T, Heisterkamp A. First safety study of femtosecond laser photodisruption in animal lenses: Tissue morphology and cataractogenesis. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2386–94.
42. Schumacher S, Oberheide U, Fromm M, Ripken T, Ertmer W, Gerten G, et al. Femtosecond laser induced flexibility change of human donor lenses. *Vision Res* 2009;49(14):1853-9.
43. Ackerman R, Kunert K, Kammel R, Bischoff S, Bühren SC, Schubert H, et al. Femtosecond laser treatment of the crystalline lens: a 1-year study of possible cataractogenesis in minipigs. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011;249(10):1567-73.
44. Langenbucher A, Huber S, Nguyen NX, Seitz B, Gusek-Schneider GC, Küchle M. Measurement of accommodation after implantation of an accommodating posterior chamber intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:677-85.
45. McLeod SD. Optical principles, biomechanics, and initial clinical performance of a dual-optic accommodating intraocular lens (an American ophthalmological society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc* 2006;104:437-52.
46. Findl O, Leydolt C. Meta-analysis of accommodating intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:522-7.
47. Menapace R, Findl O, Kriechbaum K, Leydolt-Koepl C. Accommodating intraocular lenses: a critical review of present and future concepts. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2007;245:473–89.
48. Sheppard AL, Bashir A, Wolffsohn JS, Davies LN. Accommodating intraocular lenses: a review of design concepts, usage and assessment methods. *Clin Exp Optom* 2010;93:441-52.
49. All Answers. Restoring Dynamic Accommodation via Accommodative Intraocular Lenses. November 2018 (available from:URL: <https://www.ukdiss.com/examples/restoring-dynamic-accommodation-via-accommodative-intraocular-lenses.php?vref=1>) Accessed March 11,2020.
50. Wolffsohn JS, Davies LN. Presbyopia: Effectiveness of correction strategies. *Prog Retin Eye Res* 2019;68:124-43.
51. Benozzi J, Benozzi G, Orman B. Presbyopia: a new potential pharmacological treatment. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol* 2012;1:3–5.
52. Crawford KS, Garner WH, Burns W. Dioptin™: a novel pharmaceutical formulation for restoration of accommodation in presbyopes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55(13):3765.