

触知方向を考慮した識別しやすい凸バーの寸法

-水平条件と垂直条件における評価-

Discriminable Sizes of Tactile Bars Touched from the Different Directions:

Evaluations in Horizontal and Vertical Direction Conditions

○ 豊田航 (早大) 齋藤健太郎 (早大) 土井幸輝 (特総研) 藤本浩志(早大)

Wataru TOYODA, Waseda University

Kentaro SAITO, Waseda University

Kouki DOI, National Institute of Special Needs Education

Hiroshi FUJIMOTO, Waseda University

Abstract: In this paper, we evaluated discriminable sizes of tactile bars (as distinguished from tactile dots) touched from the different directions in sighted younger and older adults without rich tactile experiences. Participants tactually discriminated several sizes of tactile bars in horizontal or vertical conditions and tactile dots presented individually via a two-alternative forced-choice task (2AFC) using a forefinger. Results showed that younger group correctly distinguished tactile bars in each horizontal and vertical condition when the differences between tactile bar width and length were larger than 2.0 mm. Also, the older discriminated bars that were larger than 3.0 mm with high accuracy. Meanwhile, discrimination time in vertical conditions were markedly shorter than horizontal ones. This may have been because most participants were able to touch bars of vertical conditions more quickly by the concordance between the proximal-distal axis direction of the bars and the movable direction of joints of the forefinger.

Key Words: Tactile Bar, Accessible Design, Tactile Perception, Direction, Standard

1. 緒言

国際的な高齢化の進展を背景として、2001年に、我が国の提案により、高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針 (ISO/IEC Guide 71) ⁽¹⁾が制定され、高齢者や障害者の機能障害や、その程度に応じた配慮すべき設計要素等が指針として示された。そして、この標準を基本規格として、我が国では、多くの高齢者・障害者配慮設計に関する標準が策定されている。

その一つが凸記号である。凸記号とは、消費生活製品の操作部に触覚上の手掛かりとして付す突起物である。凸記号により、視機能が低下した高齢者や視覚障害者が、晴眼者と同じ製品を共有できるようになり、晴眼者にとっても視覚に頼り難い状況下での手がかりとして有効である。また、凸記号は凸点 (凸状の丸い点; 操作開始部に付す) と凸バー (凸状の横バー; 操作終了部に付す) といった単純な形状であるため、触知に不慣れな中途失明者でも、容易に知覚できる。凸記号の標準として、2000年に日本工業規格 (JIS S 0011: 高齢者・障害者配慮設計指針—消費生活製品の凸記号表示) ⁽²⁾が発行され、2011年には JIS S 0011 を参考に、国際規格 (ISO 24503: Ergonomics - Accessible design - Tactile dots and bars on consumer products) ⁽³⁾が発行された。

一方、これらの標準が推奨する凸バーと凸点の寸法は、モニター調査等⁽⁴⁾が参考にされており、規定の根拠となる客観的データが必ずしも十分であるとは言えない。今後、凸記号に関する標準の改訂や国内外における関連規格の策定を考慮すると、凸記号の推奨寸法に関する豊富な人間特性データが不可欠である。特に、加齢によって指先の空間分解能が低下する高齢者や、触知経験に乏しい中途失明者でも識別できる寸法を明らかにすることは重要である。

先行研究において、筆者らは凸バーと凸点が触覚によって識別可能な寸法の違いを明らかにした⁽⁵⁾⁽⁶⁾。この中で、凸バーは実験参加者の人差し指の長軸に対して、長辺が直

角に交わるように提示された (以下、水平条件; 図 1(a)参照)。一方、筆者らが日本点字図書館を利用する視覚障害者を対象に行ったヒアリングによると、日常生活において凸バーを触知する主な方向は、水平条件に加えて、凸バーの長辺と指の長軸方向が同じ向きで触れる条件 (以下、垂直条件; 図 1(b)参照) であり、こうした触知する際の方向の違いによって凸バーの識別しやすさが変わるといった意見が得られた。また、凸バーの長辺が指に対して斜めに交わるように触れる場合は、すぐに凸バーを水平あるいは垂直条件から触知し直すといった意見も得られた。以上より、凸バーの推奨寸法を検討する上で、凸バーを水平条件で触知する場合のみならず、垂直条件で触知する場合においても識別しやすい寸法を明らかにすることは重要である。

そこで本研究では、凸バーの触知方向として、水平条件と垂直条件に着目し、いずれの条件においても、識別しやすい凸バーの寸法の条件を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

先行研究における水平条件による実験を踏襲し⁽⁵⁾⁽⁶⁾、同様の方法により、新たに垂直条件の凸バーを識別する実験を行った。本章では、各実験の方法を詳細に述べる。

2-1 実験参加者

本実験では、触知経験が乏しい中途失明者にとって適切

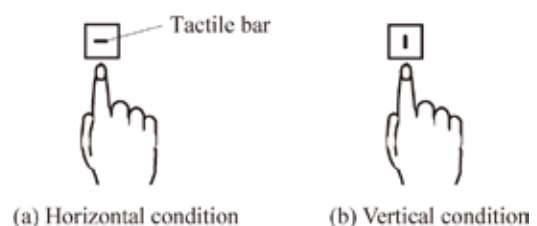


Fig. 1 The direction conditions of tactile bars

な寸法を明らかにするために、晴眼若年者（以下：晴眼者）と晴眼高齢者（以下：高齢者）の視覚を遮断した上で、刺激を触知させる実験を行った。

水平条件における実験では、晴眼若年者 10 名（ 20.3 ± 1.8 歳）⁽⁵⁾と晴眼高齢者 10 名（ 63.9 ± 2.6 歳）⁽⁶⁾が参加した。垂直条件における実験では、晴眼若年者 20 名（ 20.1 ± 1.5 歳）、晴眼高齢者 20 名（ 64.7 ± 2.6 歳）が参加した。全ての参加者は、手指や上肢に外傷や関連既往歴がなかった。

2-2 刺激

凸バーは長辺、短辺を統制し、凸点は直径を統制した。さらに、全ての刺激に関して、エッジの曲率半径（以下：R）を 0.0, 0.25, 0.5mm の 3 条件で統制した（図 2 参照）。

まず、凸バーの条件を具体的に述べる（表 1(a)参照）。R0.0mm と R0.25mm の各条件では、短辺は 0.5, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0mm の 5 条件とし、長辺は各短辺に加算する方法で +0.5, +1.0, +2.0, +3.0, +4.0mm の 5 条件とした。R0.5mm では、短辺を 1.0, 1.5, 2.0mm の 3 条件とし、長辺は同様の 5 条件であった。以上より、凸バーは計 65 条件であった。

次に、凸点の条件を述べる（表 1(b)参照）。R0.0mm と R0.25mm の各条件では、直径は 0.5, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0mm の 5 条件とした。また、R0.5mm では、直径を 1.0, 1.5, 2.0mm の 3 条件とした。以上より、凸点は計 13 条件であった。刺激の高さは、主観的に適切とされる 0.5mm に定めた⁽⁴⁾。設計誤差は ± 0.01 mm であった。これらの寸法の条件は、凸記号の標準⁽²⁾⁽³⁾が推奨する範囲を包含するように定めた。R は 0.0mm（直角）から、可能な限り大きな丸みとなる 0.5mm までとした。刺激は 50mm×50mm、厚さ 10mm のアクリル板の中央に位置するように切削した。

2-3 手続き

参加者は、視覚をカーテンで遮断された状態で、片手の人差し指の腹と指先のみを用いて、ランダムに一つずつ提示される刺激を触知した。参加者は、形状が識別できたら指を離し、凸点であるか凸バーであるかを 2 肢強制選択で回答した。ここまでの手続きを 1 試行とした。なお、既に述べた通り、以上の手続きにおいて、先行研究では凸バーは水平条件のみが提示され、今回新たに実施した実験では、垂直条件のみが提示された。評価指標は、刺激を識別した際の正答率と識別時間の 2 つを採用した。

試行数は、凸バーの 65 条件を各 3 試行、凸点の 13 条件を各 15 試行行い同数（195 回）とした。これは凸バーが凸

点よりも多く提示される場合に、推測に基づき凸バーと回答される傾向を排除するためである。実験時間は、練習試行や休憩を含め 3 時間程度であった。本研究は、早稲田大学の人を対象とする研究に関する倫理委員会の承認を得た。

3. 結果

本章では先行研究による水平条件の凸バーの結果⁽⁵⁾⁽⁶⁾と、新たに実施した垂直条件の凸バーの結果をまとめて述べる。

3-1 正答率

正答率の結果の詳細を、図 3 と図 4 に示す。全体の傾向として、水平条件と垂直条件のいずれにおいても、参加者の属性や凸バーの短辺及び R の寸法に関わらず、凸バーの長辺と短辺の差が大きいほど、正答率が高かった。特に、若年者では長辺+2.0mm、高齢者では長辺+3.0mm において、正答率が高い値で収束した。

また、水平条件と垂直条件を比べると、識別しやすい寸法の条件に関して、顕著な傾向の違いは認められなかった。

3-2 識別時間

識別時間の結果の詳細を、図 5 と図 6 に示す。全体の傾向として、水平条件と垂直条件のいずれにおいても、参加者の属性や凸バーの短辺及び R の寸法に関わらず、長辺と短辺の差が大きいほど、識別時間が短かった。

水平条件と垂直条件を比べると、若年者と高齢者のいずれにおいても、全ての凸バーの条件において、垂直条件は水平条件よりも識別時間が短かった。

4. 考察

凸バーは、水平条件と垂直条件のいずれにおいても、長辺と短辺の差が大きいほど正答率が増加する傾向であり、若年者では長辺+2.0mm 以上、高齢者では長辺+3.0mm 以上において正確に識別できた。先行研究によると、ヒトの指先における空間分解能は、晴眼若年者（18-35 歳）では 1.2-1.7mm、晴眼高齢者（55-88 歳）では 2.5-2.8mm の範囲であり⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾、これらの測定値は本実験の結果と矛盾しない。従って、凸バーの識別においては、指先の空間分解能が重要な因子であると考えられ、凸バーの長辺と短辺の差がこの空間分解能の測定値を下回らない寸法で設計する必要がある。一方、Gibson らは、ヒトの人差し指の先端部における空間分解能を測定した結果、指の長軸方向では約 1.1mm であり、その長軸に対して直交する方向では約 1.6mm であったことから、指先の空間分解能には異方性が存在すると報告した⁽¹¹⁾。しかし、この差は 0.5mm 程度の僅かな差であることから、このような指先における空間分解能の異方性は、凸バーの識別容易性向上の観点からは、必ずしも重要な影響を及ぼす因子ではなかったと考えられる。

一方、垂直条件と水平条件のいずれも、長辺と短辺の差の増大に伴い識別時間が増加するという同様の傾向が認められたものの、垂直条件は水平条件よりも、識別時間が顕著に短かった。これは、垂直条件を触知する場合には、凸バーの長軸方向と人差し指の中指指節関節の可動方向が一

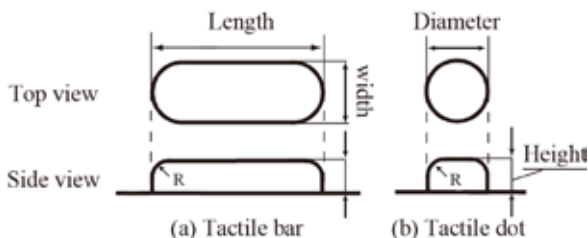


Fig. 2 Dimensions of tactile bar and dot used in experiment

Table 1. Size conditions of tactile bars and dots

(a) Tactile bar conditions			(b) Tactile dot conditions	
R (mm)	Length (mm) *	Width (mm)	R (mm)	Diameter (mm)
0.00, 0.25	+0.5, +1.0, +2.0, +3.0, +4.0	0.5, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0	0.00, 0.25	0.5, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0
0.50	+0.5, +1.0, +2.0, +3.0, +4.0	1.0, 1.5, 2.0	0.50	1.0, 1.5, 2.0

* The actual length is the size that adds each width to each length condition.

致するために、素早く人差し指を動かして、凸バーの長辺を触察できたからだと考えられる。

5. 結言

本研究では、凸バーの触知方向として水平条件と垂直条件に着目し、いずれの条件においても識別しやすい凸バーの寸法の条件を明らかにすることを目的とした。実験の結果、水平条件と垂直条件のいずれにおいても、若年者は凸バーの長辺と短辺の差が2.0mm以上、高齢者ではその差が3.0mm以上ある場合に、正確に識別できることが分かった。また、垂直条件の凸バーは、水平条件と比べて、顕著に早く識別できることが明らかとなった。これは、凸バーの長辺の長軸方向と、人差し指の中手指節関節の可動方向が一致することで、素早く触知できたためと考えられる。

謝辞

日本学術振興会科研費補助金(基盤B NO. 22300202)と

参考文献

- (1) International Organization for Standardization, Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities (ISO/IEC Guide 71), International Organization for Standardization, 2001.
- (2) 財団法人日本規格協会, 高齢者・障害者配慮設計指針—消費生活製品の凸記号表示 (JIS S 0011), 財団法人日本規格協会, 2000.
- (3) International Organization for Standardization, Ergonomics - Accessible design - Tactile dots and bars on consumer products (ISO/DIS 24503), International Organization for Standardization, 2011.
- (4) 財団法人家電製品協会, 凸記号モニター調査報告書(平成11年度), 財団法人家電製品協会, 2000.

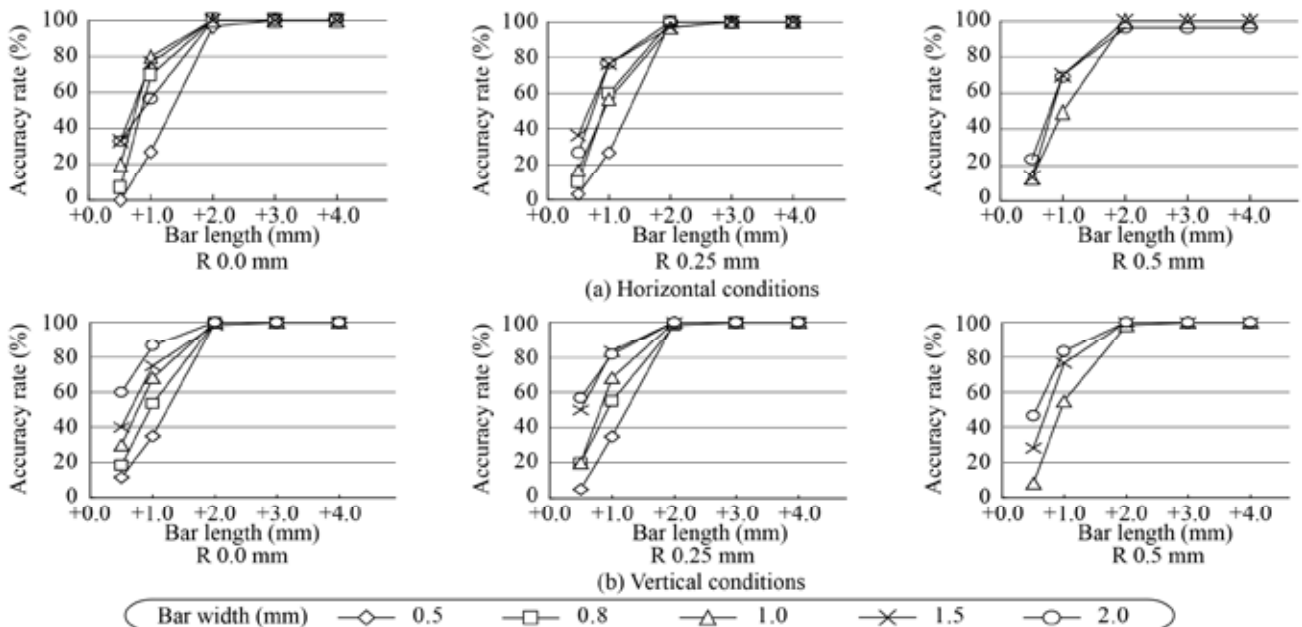


Fig. 3 Accuracy rates among younger participants: (a) Horizontal conditions, (b) Vertical conditions

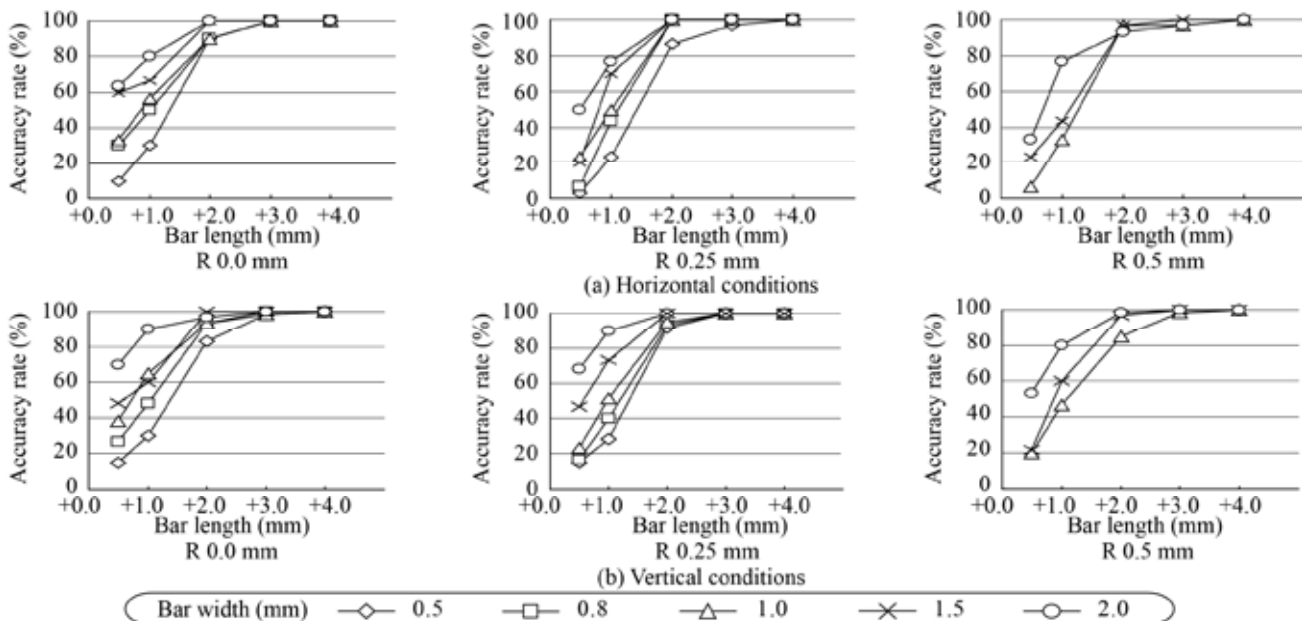


Fig. 4 Accuracy rates among older participants: (a) Horizontal conditions, (b) Vertical conditions

- (5) 豊田航, 土井幸輝, 藤本浩志, エッジの曲率半径が凸バーと凸点の識別容易性に及ぼす影響, 人間工学, Vol.47, No.6, pp.252-260, 2011.
- (6) 豊田航, 土井幸輝, 藤本浩志, 高年齢者を対象とした凸バーと凸点のエッジの曲率半径がそれらの識別容易性に及ぼす影響の評価, 日本生活支援工学会誌, Vol.12, No.2, 2012.
- (7) Goldreich D., Kanics I.M., Tactile acuity is enhanced in blindness, Journal of Neuroscience, Vol. 23, pp. 3439-3445, 2003.
- (8) Stevens J.C., Foulke E., Patterson M.Q., Tactile acuity, aging, and Braille reading in long-term blindness, Journal of Experimental Psychology, Vol. 2, pp. 91-106, 1996.
- (9) Manning H., Tremblay F., Age differences in tactile pattern recognition at the fingertip, Somatosensory and Motor Research, Vol. 23, No. 3, pp. 147-155, 2006.
- (10) Legge G.E., Madison C., Vaughn B.N., Cheong A.M., Miller J.C., Retention of high tactile acuity throughout the life span in blindness, Perception & Psychophysics, Vol. 70, No. 8, pp. 1471-1488, 2008.
- (11) Gibson G.O., Craig J.C., Tactile spatial sensitivity and anisotropy, Perception & Psychophysics, Vol. 67, No. 6, pp. 1061-1079, 2005.

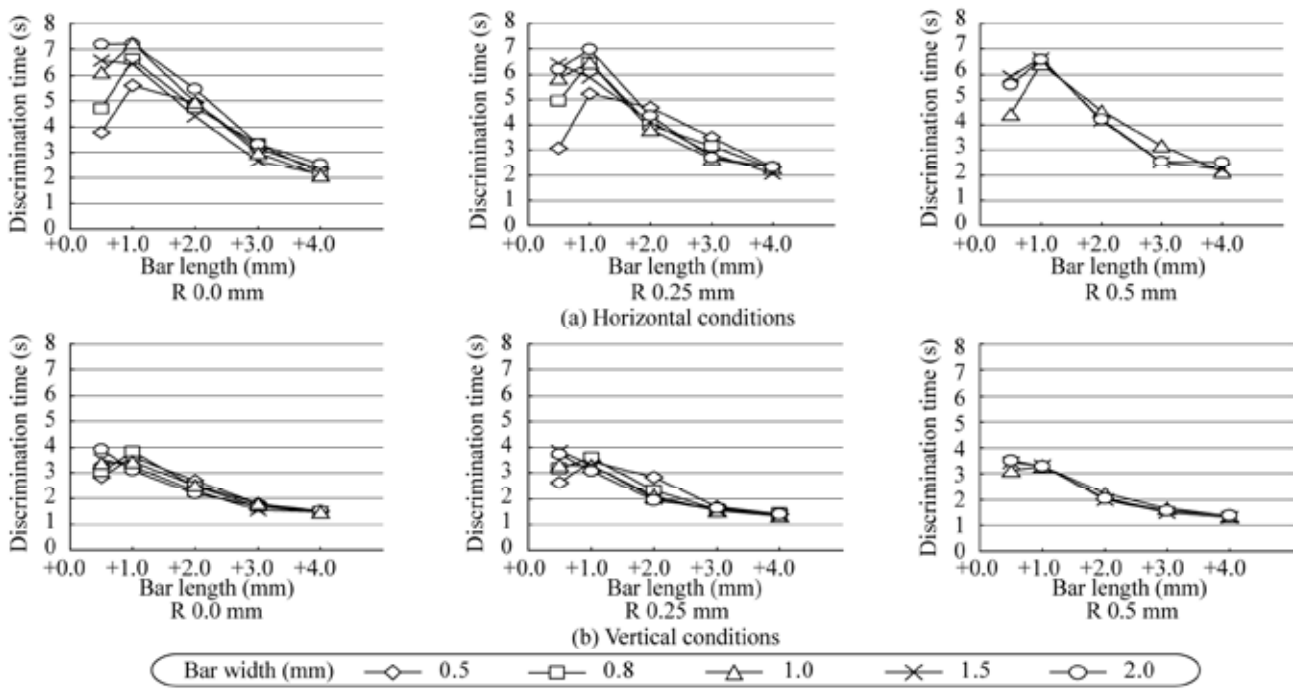


Fig. 5 Discrimination time among younger participants: (a) Horizontal conditions, (b) Vertical conditions

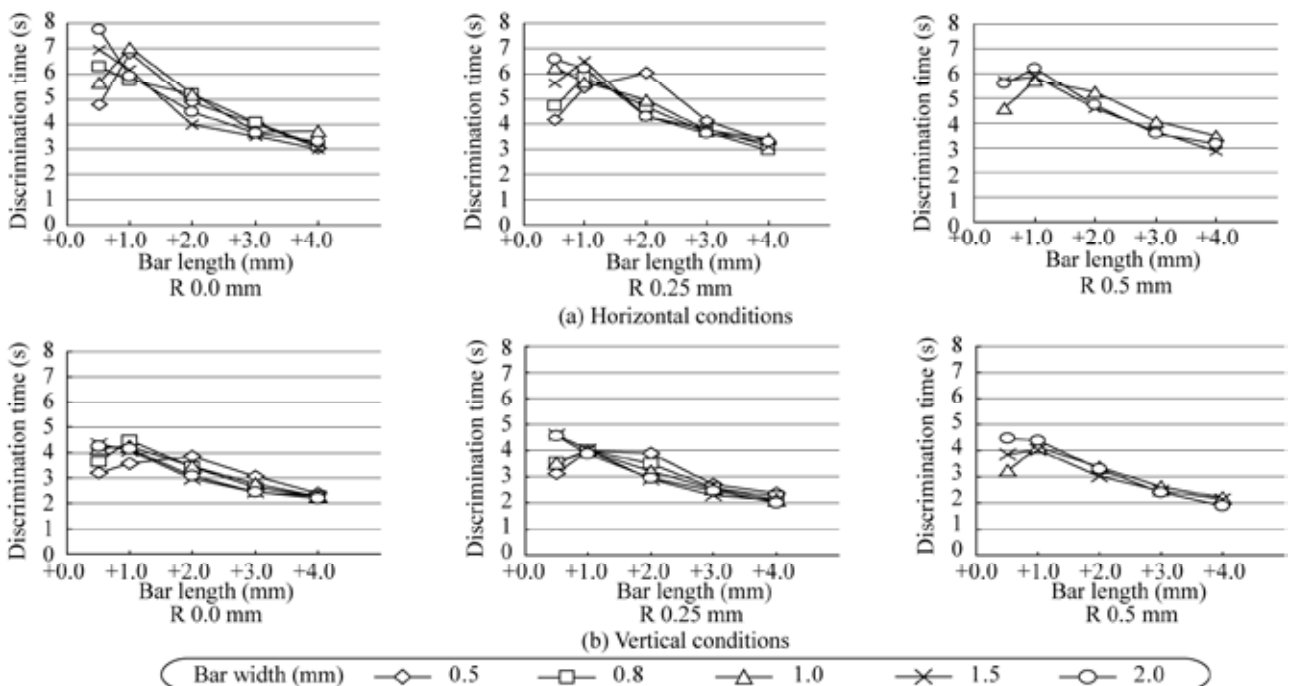


Fig. 6 Discrimination time among older participants: (a) Horizontal conditions, (b) Vertical conditions