

スキー合宿練習時における紫外線眼障害の実態と、
それが動体視力に及ぼす影響について

The Actual Features of Several Symptoms of the
Eye Caused by Strong Ultraviolet Rays during
Ski-Training Camp and their Influences
upon Kinetic Visual Acuity

山田久恒* 三輪武次** 大山慈徳***
石垣尚男*** 寺田邦昭****

Hisatsune YAMADA*, Takeji MIWA**, Yasunori OHYAMA***,
Hisao ISHIGAKI***, and Kuniaki TERADA****

This study was intended to clarify the actual features of the occurrence of the ocular symptoms induced by ultraviolet rays and the decline of the kinetic visual acuity caused by the preventive measure to these disturbances. Cross over test with a double-blind method using anti-glare agent (TSU) and its placebo (TSUP) was adopted for this experiment. Observation of the anterior part of the eye and measurement of the several visual functions including kinetic visual acuity were carried out for each kind of sunglasses which was used for protector by S's.

The results obtained were as follows:

1. Observations of the anterior part of the eye.

1) Degree of congestion of the conjunctiva.

It was remarkable when TSUP lotion was instilled, especially when S's wore light-colored sunglasses.

2) Degree of superficial opacity of the cornea.

Slight symptoms were observed when TSUP lotion was instilled and light-colored sunglasses were worn.

2. Several visual functions.

1) Ability to keep the eyes open.

Remarkable extension of this ability was obtained when S's wore dark-colored sunglasses although either TSU or TSUP lotion was instilled.

2) The duration of the fixation period.

Slight extension of this period was obtained after skiing when S's wore dark-colored sunglasses but no significant difference was observed between TSU and TSUP instillation.

3) Distance of the near point of sight.

It was remarkably lengthened especially when TSUP was instilled and light-colored sunglasses were worn.

3. Kinetic visual acuity.

Kinetic visual acuity was lowest when TSUP was instilled and it was clear in this situation that this lowering of kinetic visual acuity strongly correlated to both the inflammatory symptoms observed at the anterior part of the eye and deterioration of the other visual functions.

* 名古屋大学総合保健体育科学センター ** 名古屋大学環境医学研究所 *** 愛知工業大学
**** 南山大学

* Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, University of Nagoya ** Research Institute
of Environmental Medicine, Nagoya University *** Aichi Institute of Technology **** Nanzan
University

研究目的

紫外線眼障害は、主として波長 300nm 附近の紫外線による前眼部障害である。これは短い波長の紫外線が角膜でほとんど完全に吸収されるためにおこる。症状としては、眼痛、流涙、充血、視力障害があげられる。これらは現在保護眼鏡の普及と、紫外線よりの保護管理の徹底から著明な障害は認められなくなった。しかし、保護眼鏡の側方からの漏光、あるいは不用意な曝光、さらには都市生活者の紫外線耐性の低下などに起因すると思われる軽度な紫外線眼障害がスキーシーズン、水泳シーズンに意外と多くみられる。このような眼障害は著明なものは少なく、眼精疲労症状として発現するケースが多いが、これは同時に視対象認知に及ぼす影響が大きいことも考えられる。

本研究は、名古屋大学学生が参加したスキー合宿練習時、自然強光の雪面反射にもとづく紫外線眼障害の実態を明らかにするとともに、眼障害の発現がスキー滑走中における視対象認知に及ぼす影響についても追究し、眼障害の予防と明視をうめるための条件解明といったスキー指導上の留意点についての手がかりをえようと研究を意図した。

研究方法

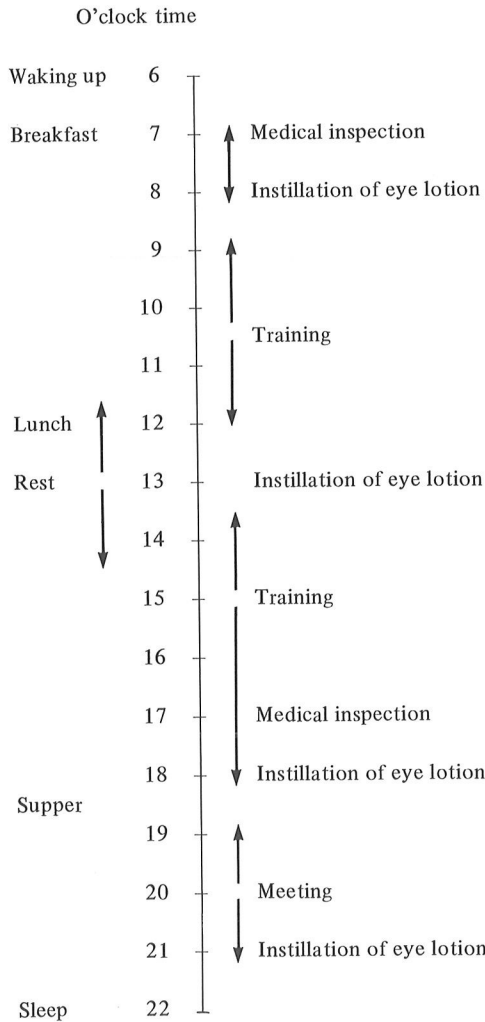
本研究では、眼障害の予防について検討するために眼症状の治療、予防に有効で^{2,3,6,8,9,10)}あるとするウロカン酸を主成分とした点眼剤 (TSU) およびこれと外観上全く同じのプラセボ点眼剤 (TSUP) を用いた二重盲検法によるクロスオーバーテストで前眼部症状検査、眼機能測定をおこなうとともに、これが動体認知に及ぼす影響をみるため動体視力の測定をあわせおこない、さらに装用した保護眼鏡 (サングラス) の種別からの比較検討をおこなった。

実験条件ならびに測定方法

1. 実験期間 : 3月2日正午～6日正午
2. 実験場所 : 管平, 裏太郎スキー場
3. 天候 : 期間中晴時々曇 (動体視力測定時は快晴, 気温午前10時摂氏5度)
4. 被験者 :
 - 1) 講習会2回目の参加者で経験日数5日, とくに技術水準の均一をはかった。

- 2) 視力1.0以上 (矯正視力を含む) の者
- 3) 装用したサングラス種別と人数は, ゴグル型濃色2名, ツル型濃色5名, ツル型淡色3名, カプセル型淡色4名である。色種別は, サングラスの透過特性 (A標準光源による) が可視光線25%以下であれば濃色, 25%以上であれば淡色とした。なお紫外線透過率はすべて0%である。
- 4) 帽子はすべてひさしのないもの着用。
5. TSU, TSUPの点眼法 : 被験者をA (淡色サングラス), B (濃色サングラス) の2群にわけ, A群の7名は前半の2日間はTSUを点眼させ, 後半の2日間はTSUPを点眼させ, B群の7名はA群の逆に点眼させ, その効果を比較検討した。
6. 合宿中におけるスケジュール, 検査, 点眼時期 : 表1に示した。
7. 前眼部診断項目および判定基準 : 表2に示した。
8. 眼機能測定項目 :
 - 1) 瞬目停止時間 — 石原式近点距離視標 1.0を眼前30cmにおき, 瞬目を停止しうる最長時間。
 - 2) 凝視持続時間 — 上記視標を両眼近点より10cm遠方におき, 視標を凝視しうる最長時間。
 - 3) 右眼近点距離 — 右眼で上記視標での出現閾, 消失閾の平均。
 - 4) 両眼近点距離 — 両眼で上記視標での出現閾, 消失閾の平均。
9. 動体視力の測定 :
 - 1) 測定日時 — 3月4日と6日の午前10時30分から約1時間。
 - 2) 視標 — 視距離30mで視力1.0相当の黒ラ氏環 (背面板白地)。
 - 3) 滑走速度 — 静止時においてラ氏環が明視できる最大視距離地点を30km/hで直滑降できるよう被験者ごとにスタート地点を決定した。
 - 4) 明視反応動作 — ストック装着の電鍵指押動作。
 - 5) 明視地点の記録 — 明視反応によって足首外側に装着した電球が点灯した時の地点を, 滑走路横に配置した多数の看視員によって視認させ, あらかじめ滑走路雪面上に標示したメジャ

Table 1. The schedule of the training camp.



一によって明視距離を記録した。

6) 測定値 — 静止時最大明視距離に対する滑走時明視距離の百分比 (3回の平均)。

結果と考察

1. 前眼部所見について

陰球血膜充血度、角膜表層混濁度の検査所見を表3に示した。本検査は、検査者の主観によって相当左右されやすいので、検査は同一人が終始おこない、かつ点眼剤の種別やスキー前の症状など検査者に知らせないで、実験条件の項7で示したような一定の基準で判定した。

判定所見は、全員がサングラスを装着しているため、両検査項目ともに症状発現者は軽度の者が多く、変化のなかったものもかなりの数みられた。軽度とはいえ、陰球血膜充血度において発赤したものの多くは偽薬であるTSUP点眼時の前半2回目の検査時に認められたもので、とくにカプセル型(常用近視眼鏡レンズ前面に装置した)淡色サングラスをかけている4名全員については明瞭な発赤が認められた。また、防眩薬TSU点眼時に発赤あるいは発赤の増悪したものは極めて少なかった。さらに、TSUP点眼時に発赤した軽度の者がTSU点眼時の第2回目検査において完全に消退した者5例をみた。点眼したTSU自体に改善力があるかどうかについて本実験で明らかにすることはできないが、しかし症状消退は外界からの光刺激を防ぐというフィルター効果としてみられたものと解することができる。

角膜表層混濁度は極めて軽度であった。これは全員がサングラスを装着していたためと考えられる。混濁の発現は表3にみられるように、とくに

Table 2. Standard judgments of observations (anterior part of the eye).

	◎	1	2	3	4
Degree of congestion of the conjunctive	No change	Slightly reddish at periphery	Reddish from periphery to near center	Remarkably reddish on whole surface	Presence of secretion and/or inflammation
Degree of superficial opacity of the cornea	No change	Partially clouded	Generally clouded	Rugged contenance of surface	Chromatijation of opacity by fluorescein

Table 3-1. Observations of the anterior part of the eye.
(Degree of congestion of the conjunctive)

N TSU - ○ - 14
TSUP - □ - 14

Before Skiing \ After Skiing	◎ No change	1 Slightly reddish at periphery	2 Reddish from periph- ery to near center	3 Remarkably reddish on whole surface
◎	⑥ [1]	⑤		
1	① [9]	②	③	
2	① [1]			
3				

Table 3-2. Observations of the anterior part of the eye.
(Degree of superficial opacity of the corner)

N TSU - ○ - 14
TSUP - □ - 14

Before Skiing \ After Skiing	◎ No change	1 Partially clouded	2 Generally clouded
◎	⑦ [2]	④ [1]	
1	① [8]	② [3]	
2			

TSUP 点眼者に多い。

紫外線眼障害については多くの研究報告があるが、^{1,2,3,5,6,7,8,9,10)}しかしその予防手段については遮光眼鏡の装用によるのみである。^{5,6)} 蒲山⁵⁾は、雪面反射による光量は極めて大きく、紫外線遮断の手段としての保護眼鏡は相当濃色で、かつゴーグル型のものでなければならないとした。しかし、これは紫外線吸収と同時に可視光線をも著明に吸収し、数十パーセントも見え方が低下する欠点がある。堀内¹⁾らの報告にもみられるように、遮光

眼鏡による視覚の低下は積雪時の動力車運転従事者にとっては致命的な欠陥であって、多少の眼障害の発生をみても見え方の低下を最小にするために煤色の眼鏡の装用で満足せざるをえないとしている。こうした程度では150名の調査対象中の1/3以上に雪眼炎がみられ、これを含めた50%以上が眼痛、視蒙、流涙を主訴とする眼精疲労をうったえたと報告している。本実験においてもTSUP点眼者では約40%のものに軽度の眼症状が発現した。この症状発現者は、ツル型(近視眼鏡と同型)、

Table 4. Results of measurement in visual function.

N TSU. 7 × 4 = 28
 TSUP. 7 × 4 = 28

		Eye Lotion	Color of Sunglasses	Before Skiing		After Skiing	
Ability to keep the eyes open	TSU		Dark	24 sec	23 sec	29 sec	27 sec
			Light	22	± 17	25	± 20
	TSUP		Dark	20	19	24	22
			Light	18	± 14	20	± 20
The duration of the fixation period	TSU		Dark	53	50	54	50
			Light	47	± 16	46	± 17
	TSUP		Dark	46	45	49	47
			Light	44	± 18	45	± 19
Distance of the near point of sight	The right eye	TSU	Dark	10.1 cm	10.2 cm	10.1 cm	10.3 cm
			Light	10.3	± 2.7	10.5	± 2.5
		TSUP	Dark	9.4	9.5	9.9	10.2
			Light	9.6	± 2.2	10.5	± 2.4
	The both eyes	TSU	Dark	7.8	8.0	8.0	8.2
			Light	8.2	± 1.7	8.4	± 1.9
		TSUP	Dark	7.7	7.8	7.8	8.3
			Light	7.9	± 1.9	8.8	± 1.8

カブセ型の淡色サングラス着用者がほとんどで、
 ゴグル型濃色サングラス着用者は全くみられな
 かった。このことはゴグル型は、拡散する強度の雪
 面反射光を完全に防禦するのに対し、ツル型、カ
 ブセ型は眼鏡側方からの眼球への反射光照射を防
 ぐことができないためと考えられる。したがって
 雪面反射にともなう自然強光中の紫外線眼障害予
 防は、さきに蒲山 が示したと同様にゴグル型で
 濃色のサングラス装用が最適であるといえる。

2. 眼機能について

TSU, TSUP点眼時のスキー前後の変化をのべ人
 員で示すと表4のごとくである。

1) 瞬目停止時間

表4にみられるように、スキー前後差を比較し
 てみると総平均値ではTSU, TSUP両群間に差はな
 い。個々の被験者についてみると、TSU群の
 スキー後に瞬目停止時間の延長するもの10例、不
 変のもの12例、短縮するもの6例、TSUPではそ
 れぞれ6例、16例、6例をみた。スキー後に延長

するものについては、TSU, TSUP間に x^2 検定の結
 果5%で差ありと認められた。また、短縮したも
 のについてその度合をみても、TSU点眼者が
 小であった。さらに、このTSU点眼者のうち、A
 群すなわち前半の期間にそれを点眼した群に属す
 るものは、瞬目停止時間の短縮度が後半に点眼し
 たB群に比し小さかった。このことは、いずれを
 先に点眼したかによってその成績に差が存在する
 ように考えられる。

次に、装用したサングラスの色種別平均値でス
 キー前後差を比較してみると、表4に明らかなよ
 うに、TSU, TSUPのいずれの点眼時においても濃
 色サングラスが淡色のそれに比しかなりな差で瞬
 目停止時間延長がみられる。

瞬目停止時間は運動後に延長することは一般的
 傾向であるが、これは運動による眼機能の一種の
 興奮性によるものと解される。本実験でこれが不
 変のもの、あるいは短縮するものがみられたのは、
 自然強光が抑制的に作用したのと考えられる。
 濃色サングラス着用者はその影響がなく、TSU,

TSUPの何れの点眼時においても瞬目停止時間延長がともに著明であった。このことは薬剤点眼以上にサングラスの色条件が及ぼす影響が大きいことを示すものである。

2) 凝視持続時間

この測定結果は、表4に示したように両点眼群ともに濃色サングラス装用者のスキー後にやや時間延長する傾向を示したものの、総平均値ではTSUとTSUPの点眼群間に差は認められなく、またA群とB群の間にも差は認められなかった。

3) 近点距離

表4に示したように、片眼および両眼の近点とも平均値でみた場合、TSU点眼時、TSUP点眼時における変動の傾向は両点眼時とも同様にスキー後に延長した。しかし、この延長の度合は淡色サングラス装用者でTSUP点眼時に最も著明であった。また被験者個々人においても、TSUP点眼時の延長が大となっている。この近点延長について、TSU、TSUP両点眼群間の差を検定(x^2 検定)した結果、1%水準で有意差のあることが認められた。近点延長は、眼機能のうち調節系の疲労現象を示すもので、これは眼精疲労の代表的な診断項目となっている。この調節力の低下はまた動体視に及ぼす影響は大きいことが予測される。

以上、本項では眼機能の測定結果を明らかにしたが、自然強光がツル型、カブセ型淡色サングラス装用者のTSUP点眼時に及ぼす影響は大きいとみてよい。本実験で使用した淡色サングラスは測定条件の項で示したように紫外線透過率0%であるにもかかわらず、前項における前眼部症状の軽度な発現ならびに本項での片眼、両眼近点に大きな延長を示したことは、前項において述べたように、ツル型、カブセ型では雪面で拡散反射する自然強光中の紫外線が眼鏡側方から眼球に照射されること(漏光)が最大要因と考えられる。また使用した淡色サングラスは可視光線透過率が25%以上であって、3月の快晴時における雪面反射する強大な可視光線(雪面の着色汚濁度によって異なるが最高5万~10万ルクスにおよぶ)を充分遮光できないことが前記漏光と相刺的に作用して、眼機能に影響を及ぼしたとみられる。このことは、

ゴグル型濃色サングラス装用者の前眼部所見ならびに眼機能測定結果が他のサングラス条件に比し優れていたことから認めることができよう。

3. 動体視力について

TSUとTSUP点眼時、滑走斜面上にて静止していた場合の最大明視距離(静止視距離)と、滑走中の最大明視距離(動体視距離)および静止視距離に対する動体視距離の割合について算出した結果を表5に示した。

表5にみられるように、静止視距離においてはすべての条件間にほとんど差はない。しかし、滑走中の動体視距離においてはすべての被験者に視距離の短縮がみられ、またそれはかなりな個人差がみられた。これらの結果はこれまでにおこなった動体視力に関する研究結果^{11,12,13)}と全く同様である。つぎに、この結果を実験条件間で比較してみると、濃色サングラス装用者のTSU点眼群④が最小の視力低下を、ついで濃色サングラスのTSUP群⑧、淡色サングラスのTSU群③、淡色サングラスのTSUP群⑨の順で動体視距離短縮が増大する結果を示した。さらにこれらの測定結果を静止視距離に対する動体視距離の割合(動体視力)でみた場合も、④が最も優れた結果を示し(AS4A型動体視力計を用いた実験室での測定とはほぼ同値)、以下さきと同様の順序を示した。表5にみられる④⑧間の動体視力差は、併記した検定結果に示したように統計上有意な差はない。これは両群とも濃色サングラスを装用しているためと考えられる。濃色サングラス装用者は、前項で示したように前眼部症状はなく、眼機能の変動も僅少であって自然強光よりの眼保護は一応満足されているとみてよい。したがって薬剤点眼は必要ないといえることができる。一方、淡色サングラス装用者は、TSU、TSUPのいずれの点眼時においても濃色サングラス装用者と有意な差で動体視力が低下しており、それはとくにTSUP点眼時に最も大きい値を示した。これらのことは、自然強光による眼症状発現、眼機能低下の予防に役立ったTSU点眼効果が動体視力にも良い影響を及ぼしたとみられる。しかし、それは濃色サングラス装用におよばないことは、さきに記述した④⑧の間に有意な差

Table 5. Results of kinetic visual acuity

Sunglasses	T S U				T S U P			
	N	Static visual distance	Kinetic visual distance	Ratio of kinetic visual to static visual	N	Static visual distance	Kinetic visual distance	Ratio of kinetic visual of static visual
Dark colored	1	33 m	27.0 m	81.8 %	1'	32 m	26.7 m	83.4 %
	2	30	24.7	82.3	2'	30	23.7	79.0
	3	32	24.7	77.2	3'	32	24.3	75.9
	4	32	25.0	78.1	4'	32	24.3	75.9
	5	33	25.3	76.7	5'	32	24.0	75.0
	6	31	25.0	80.6	6'	31	23.7	76.5
	7	30	23.3	77.7	7'	30	22.7	75.7
	\bar{X}	31.6	25.0	(A) 79.2	\bar{X}	31.3	24.2	(B) 77.3
	S	1.2	1.0	2.1	S	0.9	1.1	2.7
Light colored	8	32	23.7	74.1	8'	32	21.3	66.6
	9	31	23.3	75.2	9'	30	21.3	71.0
	10	31	23.0	74.2	10'	31	19.7	63.5
	11	32	21.3	66.6	11'	32	21.0	65.6
	12	33	21.3	64.5	12'	32	20.3	63.4
	13	34	22.3	65.6	13'	33	20.3	61.5
	14	34	23.3	68.5	14'	34	22.3	65.6
	\bar{X}	32.4	22.6	(C) 69.8	\bar{X}	32.0	20.9	(D) 65.3
	S	1.2	0.9	4.2	S	1.2	0.8	2.8

A:B . . . t = 1.07, df = 24, P < 0.3
 C:D . . . t = 2.54, df = 24, P < 0.02
 B:D . . . t = 6.78, df = 24, P < 0.001

B:C . . . t = 4.24, df = 24, P < 0.001
 A:C . . . t = 5.31, df = 24, P < 0.001
 (Tested by Ryan method⁶⁾)

が認められなく、かつ©④に比し優れた結果を得たことから認めることができよう。

本実験における淡色サングラス装用者は全員ツル型あるいはカブセ型の眼鏡であり、これは眼鏡レンズよりの自然強光透過率の大きいことにくわえて、雪面上拡散反射する強光（紫外線を含む）が側方より眼球に照射されること、ならびに高速滑走中では冷風が眼瞼、角膜に当り流涙現象をおこさせるなど眼精疲労症状発現要因が累加して動体視力低下を助長したものと考えられる。このことは、ゴーグル型濃色サングラス装用者（表5中被験者番号1, 2, 1', 2'）2名の動体視力が最も優れていることから考察することができる。

以上の結果から、快晴時のスキー練習、とくに春スキーにおいては、雪面反射による光量がきわ

めて大きいため、眼障害の予防ならびに高速で滑走する場合の動体視力低下を予防するためにはゴーグル型の濃色サングラスを装用することが最適であるといえる。

総 括

本研究はスキー練習時、自然強光による眼障害の実態と、それにとまなう動体視力の変容について明らかにし、眼障害の予防と滑走中における明視確保といったスキー指導上の留意点を追求しようとしたものである。対象は名古屋大学学生14名、実験方法は眼障害の予防について検討するため防眩薬TSUを使用した場合と偽薬TSUPを使用した場合の二重盲検法によるクロスオーバーテストで、被験者が装用した保護眼鏡の種別に前眼部症状の診断、眼機能ならびに動体視力の測定をおこなっ

た。以下にその結果を示す。

1. 前眼部所見について

1) 眩球結膜充血度は、TSUP点眼時とくにカブセ型淡色サングラス装用者に著明な発赤が認められ、濃色サングラス装用者とくにゴグル型のもは症状がみられなかった。

2) 角膜表層混濁度は、TSUP点眼時の淡色サングラス装用者に軽度な症状がみられた。

2. 眼機能について

1) 瞬目停止時間は、TSU, TSUPの両点眼時ともに濃色サングラス装用者の時間延長が大きく、薬剤点眼効果というよりも濃色の保護眼鏡がおよぼすとみられる効果が大であった。

2) 凝視持続時間は、TSU, TSUPの両点眼時ともに濃色サングラス装用者のスキー後にやや時間延長する傾向を示したが、TSUとTSUP間に差は認められなかった。

3) 近点距離については、片眼、両眼ともすべての測定条件に延長傾向が認められたが、とくにTSUP点眼時の淡色サングラス装用者が著明であった。

3. 動体視力について

動体視力については、濃色サングラス装用者が優れ、それはとくに眼側方より眼球への冷風を防ぐことのできるゴグル型が最も優れていた。濃色サングラス装用者には薬剤点眼効果としての差は認められなかった。淡色サングラス装用者のとくにTSUP点眼時は動体視力最低値を示し、本条件での前眼部症状の発現、眼機能低下と関連性のある結果を示した。

以上の結果から、スキー練習時、とくに春スキーにおける自然強光からの眼保護のためには濃色サングラスの装用が最適である。紫外線耐性の低いものがツル型淡色サングラスを装用する場合には防眩薬の点眼が望ましい。また、高速で滑走する

場合の明視確保のためには、眼側方から眼球への冷風を防ぐことのできるゴグル型サングラスを装用することが最適であるということができる。

本研究は、愛知医科大学眼科教室鈴木昭弘教授の御協力を賜りました。謹んで感謝の意を表します。

文 献

- 1) 堀内輝男：積雪期における動力車運転従業員の視器障害に就て，交通医学，1435: 517, 1961.
- 2) 市川宏：ウロカン酸点眼薬の防眩効果に関する研究，眼と道路交通研究会予稿集，9:11, 1967.
- 3) 市川宏：防眩の機構 — ウロカン酸点眼薬の防眩効果 —，眼科，11: 94-100, 1969.
- 4) 岩原信九郎：教育と心理のための推計学，日本文化科学社 241, 1965.
- 5) 蒲山久夫：日本眼科全書，眼衛生編 第1冊，第1分冊，1-200, 1954.
- 6) 松井瑞夫外1名：Urocanic acid 溶液点眼の紫外線阻止効果について，日本眼科学会雑誌，11: 94-100, 1969.
- 7) 大島正光：人間工学ハンドブック，金原出版KK，158, 1966.
- 8) 鈴木昭弘外5名：溶接作業者にみられた眼精疲労症状とその予防，日本眼科紀要，20: 105-123, 1969.
- 9) 田中千代太郎外2名：紫外線眼炎に対するウロカン酸の使用経験，東海眼科学会，1969.
- 10) 山地良一外2名：ウロカン酸点眼薬による防眩について，眼と道路交通研究会予稿集，9: 9, 1967.
- 11) 山田久恒外2名：タイミングコントロールに関する研究 — 視機能がタイミング動作に及ぼす影響に関する研究 第2報，体育学研究，11-1: 17-22, 1966.
- 12) 山田久恒外1名：動体視力に関する研究 — 眼調節のトレーニングが動体視力に及ぼす影響について，体育学研究，14-2: 73-81, 1969.
- 13) 山田久恒：動体視力に関する研究2 — 瞬間認知速度と動体視力の関係について，名古屋大学教養部紀要，17: 56-62, 1973.