

Lucas Ruiz Storti

**RELAÇÃO ENTRE ACUIDADE VISUAL, APTIDÃO FÍSICA E
LACTACIDEMIA EM PILOTOS DE AUTOMOBILISMO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina para obtenção do título de Mestre(a) Profissional em Tecnologia, Gestão e Saúde Ocular.

São Paulo

2021

Lucas Ruiz Storti

**RELAÇÃO ENTRE ACUIDADE VISUAL, APTIDÃO FÍSICA E
LACTACIDEMIA EM PILOTOS DE AUTOMOBILISMO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina para obtenção do título de Mestre(a) Profissional em Tecnologia, Gestão e Saúde Ocular.

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo Conte

São Paulo

2021

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Antonio Rubino de Azevedo,
Campus São Paulo da Universidade Federal de São Paulo, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Storti, Lucas Ruiz

RELAÇÃO ENTRE ACUIDADE VISUAL, APTIDÃO FÍSICA E
LACTACIDEMIA EM PILOTOS DE AUTOMOBILISMO / Lucas Ruiz

Storti. - São Paulo, 2021.

vi, 20f.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de São
Paulo, Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós-Graduação em
Tecnologia, Gestão e Saúde Ocular.

Título em inglês: RELATIONSHIP BETWEEN VISUAL ACUITY,
PHYSICAL FITNESS AND LACTACIDEMIA IN AUTOMOBILISM
PILOTS.

1. Oftalmologia. 2. Medicina Esportiva. 3. Pilotos. 4. Veículos
Automotores. 5. Esforço Físico.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA,
GESTÃO E SAÚDE OCULAR**

Chefe do Departamento:

Prof. Dr. Ivan Maynard Tavares

Coordenador do Curso de Pós Graduação:

Prof. Dr. José Álvaro Pereira Gomes

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me conceder saúde e sabedoria para completar mais uma etapa da minha vida.

Minha sincera gratidão a todos, que de algum modo, contribuíram para a elaboração deste projeto do mestrado profissional, com destaque para algumas pessoas em especial:

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Conte por ter me incentivado a realizar o mestrado e por tudo que me ensinou ao longo destes 2 anos do projeto, pela sua orientação exemplar, sempre buscando a excelência com elevado nível científico, além de ser um excelente profissional que serve de inspiração para grande parte de seus alunos e com conhecimento fantástico sobre o assunto.

Ao meu amigo e colega de profissão Prof. Dr. Marinho Scarpi que, juntamente com o Marcelo, foi um dos idealizadores do Grupo de Pesquisa em Oftalmologia Esportiva (GPOE), este que é um grande incentivador da pesquisa, um profissional extremamente qualificado e que é um exemplo para muitos oftalmologistas no Brasil.

A minha esposa Vanessa, essa pessoa maravilhosa que sempre está ao meu lado me dando força para seguir em frente com os nossos objetivos, por estar continuamente me apoiando e me incentivando a estudar e pelo companheirismo em todos os momentos.

Aos meus pais Ivaldo e Damaris que nunca mediram esforços para me ensinarem o caminho correto na vida, me motivando a seguir em busca dos meus sonhos. Sem vocês nada disso seria possível.

A minha família por me apoiar nos principais momentos desta jornada.

A UNIFESP por fornecer a estrutura necessária para realização do mestrado profissional, e aos professores por transmitir o conhecimento necessário para o crescimento do meu aprendizado, que ajudou muito na elaboração desta tese.

A todos que de alguma forma me apoiaram nesta etapa.

Resumo

Objetivo: verificar se há alteração da acuidade visual em pilotos de kart após a pilotagem, bem como verificar se há influência do lactato e da glicemia após a resposta ao esforço físico. **Métodos:** Trata-se de um estudo observacional e transversal. Os dados foram obtidos de acordo com as situações específicas de pilotagem. Foram analisados: a acuidade visual (AV) com escala logMAR (padronizada e validada) à distância de 4 m, medida em cada olho separadamente, também foi obtido o lactato plasmático e glicemia, através da coleta de sangue da polpa digital nos seguintes momentos: imediatamente antes e após a pilotagem. Como procedimentos estatísticos foi utilizado o teste T de Student pareado ou Wilcoxon de acordo com a curva de normalidade, com significância estatística considerado quando $p < 0,05$ e análise descritiva para as variáveis. **Resultados:** Foram submetidos aos testes 13 pilotos profissionais, sendo todos do sexo masculino, com idade média de 46 anos ($\pm 10,1$ anos), como resultados observou-se que não houve diferença estatística entre a acuidade visual (AV) pré e pós esforço físico intenso (corrida) sem capacete ($p=0,36$) e com capacete ($p=0,09$), porém houve diferença estatística entre a medida da AV com e sem capacete antes ($p=0,01$) e após ($p<0,01$) a corrida. Quanto ao lactato e glicemia a média antes do esforço foi de $3,19 (\pm 0,84)$ mmol e $136,7 (\pm 21,6)$ mg/dl, e após a corrida $7,33 (\pm 2,26)$ mmol e $157,5 (\pm 28,88)$ mg/dl respectivamente. **Conclusão:** No presente estudo observou-se que não houve alteração da AV após esforço físico intenso decorrente da corrida com e sem capacete em pilotos de kart, entretanto foi observado uma diminuição da AV, estatisticamente significativa, quando comparado o piloto sem e com capacete, tanto antes quanto após a corrida.

Abstract

Objective: verify if there is a change in visual acuity in kart pilots after piloting, as well as to check if there is influence of lactate and glycemia after the physical effort response. **Methods:** this is an observational and cross-sectional study. The data were obtained according to the specific piloting situations and it was analysed: visual acuity (VA) with a logMAR scale (standardized and validated) at 4 m, measured in each eye separately, plasma lactate and glycemia were also obtained, through the blood from the digital pulp at the following times: immediately before and after piloting. Descriptive analysis for the variables. Paired Student's T test or Wilcoxon was used as statistical procedures, according to the normality curve, with statistical significance considered when $p < 0.05$. **Results:** 13 professional pilots were submitted to the tests, all of them male, with a mean age of 46 years (± 10.1 years), as results it was observed that there was no statistical difference between visual acuity (VA) pre and post intense physical effort (race) without a helmet ($p = 0.36$) and with a helmet ($p = 0.09$), but there was a statistical difference between the measurement of VA with and without a helmet before ($p = 0.01$) and after ($p < 0.01$) the race. Lactate and blood glucose showed an average before exercise of $3.19 (\pm 0.84)$ mmol and $136.7 (\pm 21.6)$ mg/dl, and after race $7.33 (\pm 2.26)$ mmol and $157.5 (\pm 28.88)$ mg/dl respectively. **Conclusion:** In the present study, it was observed that there was no change in VA after intense physical effort resulting from a race with and without a helmet in kart drivers, however a statistically significant decrease in VA was observed when compared to the pilot without and with helmet before and after the race.

Sumário

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 JUSTIFICATIVA | 8 |
| 3 OBJETIVO | 7 |
| 3.1 Objetivos secundários: | 7 |
| 4 MÉTODO | 8 |
| 4.1 Critérios de inclusão: | 8 |
| 4.2 Critérios de exclusão: | 8 |
| 4.3 Materiais e métodos | 8 |
| 5 RESULTADOS | 10 |
| 6 DISCUSSÃO | 12 |
| 7 CONCLUSÃO | 15 |
| 8 APLICAÇÕES PRÁTICAS | 17 |
| 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 17 |
| ABSTRACT | vi |
| AGRADECIMENTOS | iv |
| RESUMO | v |

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento global do ser humano está associado às interações entre o indivíduo e o meio em que tal processo ocorre por intermédio das ações sensório-motoras. O sistema visual tem grande influência, não só na formação de imagens como também na sincronização de variáveis biológicas à flutuação do meio ambiente.

No que diz respeito à formação de imagem, o processo de recepção da imagem é composto por inúmeros elementos que vão desde estruturas de ordem microscópica como também de moléculas fotossensíveis, que influenciam a capacidade de captar todas as variações da luz (Wald, 1968; Wilkinson MO, 2020).

A construção do mapa visual (imagem em todos os seus detalhes) ocorre através de um processo de conexão de partes da estrutura observada levando a formação do todo (Wilkinson MO, 2020). A captura da imagem através da visão direciona-se pelo foco de atenção às partes específicas, que são processadas e ordenadas no córtex de maneira a atribuir coesão ao todo da imagem, ou formando o mapa visual.

Esse processo é influenciado por variáveis externas e internas. As variáveis externas são: cor, direção e orientação do movimento, intensidade, contraste, luz, dentre outros, que quando combinadas compõem a topografia da imagem (Koch e Ullman, 1984; Itti, Gold e Koch, 2001, Wilkinson MO, 2020). Além disso, a profundidade e distância em relação ao objeto (Gibson, 1986), quando sofrem influência da visão binocular, são capazes de construir a visão em três dimensões (Martins, 2003).

As variáveis internas são compostas por: refração, mobilidade ocular, estruturas do olho e vias ópticas (Martins, 2003), além de fadiga, estresse físico e psicológico (Aravena, 1997), e ritmo circadiano (Sandik, 1995).

O entendimento da visão passa por variáveis quantitativas, como acuidade e campo visual ou tempo de percepção. No entanto um elemento de grande influência é a experiência do observador frente a um determinado tipo de estímulo, essa condição constrói uma variável qualitativa que difere pessoas com a mesma capacidade quantitativa de visão, já que um determinado sujeito pode aproveitar ou

receber melhor as informações do que outro sujeito com o mesmo potencial funcional (Magill, 2000; Land e Mcleod, 2000; Jafarzadehpur, Aazami e Bolouri, 2007). Nesse sentido o conhecimento da visão passa não só pelo potencial funcional do indivíduo, mas pelo seu nível de experiência.

A acuidade visual é entendida como a distância máxima em que um objeto pode ser observado e definido visualmente, sobre influência das diferentes refrações e técnicas aplicadas no teste. A agudeza visual pode apresentar dois componentes em sua análise, sendo estes: estático ou dinâmico. O primeiro é a capacidade de discriminar objetos estáticos, enquanto o segundo refere-se à condição de definir visualmente, com precisão, objetos em movimento (Oliveira 2007).

Para Ishigaky e Miyao (1994), esta segunda capacidade seria a condição de observar detalhes finos dos objetos em movimento, sendo que quanto maior for a velocidade do objeto, menor a capacidade de reter as informações provenientes deste. Os resultados na acuidade visual dinâmica apresentam maior correlação com o desempenho motor utilizado nos esportes do que a acuidade visual estática (Kakiyama, Kushima e Hirota, 2004).

O processo de focalizar visualmente determinado objeto é controlado pelos efeitos causados na acomodação do cristalino e do diâmetro pupilar. O primeiro é caracterizado pelo formato do cristalino, a mudança de sua forma é realizada por ação do músculo ciliar, no qual a contração muscular leva ao achatamento do cristalino, permitindo ver com mais precisão estruturas mais distantes (Oliveira 2007, Smith 2020). A acomodação tem ação mais efetiva em objetos com distância de até 40 centímetros. A relação entre diâmetro pupilar e a focalização encontra-se na quantidade de luz que entra no globo ocular. Quanto mais luz, menor a capacidade de focalizar, assim a constrição da pupila será um agente para a acuidade visual. Esse movimento é regulado pelo músculo esfíncter da íris. Ambos os músculos são estimulados pelo sistema autônomo parassimpático (Oliveira 2007).

Outros três ajustes oculares podem ser agregados às variáveis quantitativas da visão, que apesar de não ocorrerem simultaneamente, são complementares entre si: fixação, movimentos de acompanhamento e movimentos sacádicos. Esses processos influenciam a entrada e detecção de informação.

O primeiro focaliza o olho em objetos estáticos, apesar de os micro movimentos em decorrência do nariz, este é considerado quando não há movimento. O segundo é o movimento de acompanhamento que ocorre quando focalizamos um objeto em movimento, podendo ser um ponto de fixação da estrutura dinâmica, permitindo o enfoque do objeto na fóvea da retina durante o deslocamento. O último são os movimentos sacádicos que ocorrem quando o sujeito passa de um ponto de observação para outro, ou para compensar o movimento quando não estamos aptos para segui-los. Esse último apresenta-se como rápidos movimentos angulares dos olhos, que é limitado pelas estruturas musculares. Durante essa troca de focos entre as imagens ocorre uma cegueira temporária (Drewes, 2011).

No que diz respeito à ação dos olhos na interação indivíduo e meio ambiente, existe nos mamíferos um “relógio biológico”, localizado no núcleo supraquiasmático (NSQ), que promove uma ritmicidade capaz de antecipar e preparar o organismo para a possibilidade de uma determinada mudança sistemática, seja ela ambiental ou interna. A partir de estímulos luminosos que agem na retina, nos fotorreceptores denominados melanopsina, são enviadas informações para o NSQ promovendo uma sincronização fótica dentro de um período de 24 horas, conhecido como ritmo circadiano. Do NSQ partem projeções capazes de regular diversas variáveis biológicas dentre as quais a temperatura corporal, cortisol, melatonina e variáveis relacionadas ao desempenho esportivo (Moore, 1997, 2013; Moore *et al.*, 2002; Meijer e Schwartz, 2003; Peirson e Foster, 2006; Waterhouse *et al.*, 2005).

A visão é, portanto, uma variável de grande influência no organismo, particularmente no desempenho esportivo. No entanto a influência do exercício físico nas funções visuais ainda não está clara. Isto porque alguns estudos não mostraram variação das funções visuais como acuidade visual dinâmica e a mobilidade ocular em situação de esforço intenso ou anaeróbico (Gregg, 1987; Arteaga, Torre e Delgado, 1992) enquanto outros observaram uma queda significativa na acuidade visual durante o esforço físico intenso (Bard e Fleury, 1978; Fleury, Bard, Jobin e Carriere, 1981; Watanabe, 1983; Hancock e McNaughton, 1986; Ishigaky *et al.*, 1991; Aravena *et al.*, 1996; Aravena, 1997; Schmeisser, Gagliano e Santiago-Marini, 1997; Oliveira Filho, 2000). Há também a afirmação de Millslagle, DeLaRosby e VonBank (2005) de que a acuidade visual, bem como a mobilidade ocular, melhora com atividade incremental em cicloergômetro.

Fleury *et al.* (1981) observaram queda da AV em todas as intensidades de esforço em esteira; Bard e Fleury (1978), Hancock e McNaughton (1986), Aravena *et al.* (1996), Oliveira Filho e Almeida (2000), apontaram queda da AV após testes aeróbios; Oliveira Filho *et al.* (2007) verificaram que indivíduos com baixa visão apresentaram queda da AV após esforço físico, enquanto Woods e Thomson (1995) não encontraram alterações nas funções visuais, inclusive da AV após esforço físico.

A estimulação adrenérgica durante o exercício pode prejudicar a AV, embora mecanismos compensadores como a dilatação da pupila possam atenuar essa resposta. Ainda, mecanismos de fadiga central podem comprometer as funções corticais e conseqüentemente a função visual (Watanabe, 1983; Foglia, 1984; Guyton e Hall, 2011).

O automobilismo é um esporte internacional de alto nível com público global incomparável. A natureza do esporte impõe demandas extremas aos motoristas (atletas) que incluem estresses físicos e psicológicos, e estes, juntamente com os fatores de alta velocidade encontrados, podem contribuir para o risco significativo de lesões graves (Lippi, Salvagno, Franchini, & Guidi, 2007).

O desempenho visual é considerado um atributo essencial dos atletas de automobilismo e os fatores de visão foram identificados como uma causa intrínseca de acidentes que resultam em lesões (Taimela, Kujala & Osterman, 1990). Tem sido proposto que alguns atletas desenvolvem habilidades visuais superiores quando comparados a não-atletas, e isso é particularmente evidente em esportes de alta velocidade e em ritmo acelerado que demonstraram exigir acuidade visual dinâmica superior (AVD) (Rouse, DeLand, Christian, & Hawley, 1988). Contudo, para um piloto iniciante se filiar a Confederação Brasileira de Automobilismo (CBA) e participar de competições e treinos oficiais basta apresentar um exame médico mencionando aptidão para praticar esportes (Interlagos Motor Clube, 2018), nesse sentido, a AVD de pilotos pode ser negligenciada.

AVD é a capacidade de discriminar um objeto quando há movimento relativo entre o objeto e o observador e é diretamente influenciado pelo reflexo vestibulo-ocular (VOR) que estabiliza as imagens na retina, focalizando os olhos na direção oposta ao movimento da cabeça (Goebel *et al.*, 2007). Os atletas de automobilismo experimentam perturbações repetitivas e forças G horizontais na cabeça, bem como vibrações de corpo inteiro durante a corrida (Mansfield & Marshall, 2001). Estes

movimentos aberrantes podem desafiar significativamente os atletas AVD e tornar a avaliação precisa dos detalhes da pista e outros veículos cada vez mais difíceis. Enquanto os atletas de automobilismo têm sido estudados em termos de tempos de reação, força, postura e lesões (Baur, Müller, Hirschmüller, Huber e Mayer, 2006; Mansfield e Marshall, 2001)

Tal conflito demonstra a necessidade de investigação de diferentes especificidades de exercícios associadas à acuidade visual (Millslagle, 2000; Junyent, 2007).

O ato de pilotar em altas velocidades pode exigir acuidade visual apurada do piloto, sendo importante o mesmo estar em suas melhores condições de visão, tais como correção ótica e utilizar viseiras novas no capacete para diminuir a influência externa no momento da pilotagem.

A lactacidemia e glicemia podem aumentar durante a prática de esportes a motor (Conte et al 2020; Conte, 2018) associadas as demandas metabólicas e exigências físicas dos pilotos, sendo a análise das respectivas concentrações importantes para quantificar o esforço físico decorrente da corrida e elaborar os treinamentos físicos fora das pistas.

Como observado, ainda não está definido o comportamento da acuidade visual em seus diferentes níveis durante a prática de exercícios físicos com características fisiológicas específicas como o automobilismo, uma vez que tais estudos foram realizados em pessoas com boa visão fora do contexto proporcionado pela pilotagem de carros de corrida. De fato, a AV pode variar no exercício de acordo com: intensidade, características do esforço, comportamento e tipo de objeto a ser visto.

2 JUSTIFICATIVA

Percepção visual e a acuidade visual (AV) são importantes para o desempenho esportivo e o efeito do esforço físico decorrente do ato de pilotar carros de corridas durante provas e/ou treinos de automobilismo nas funções visuais é relativamente pouco estudado.

3 OBJETIVO

Verificar se há alteração da acuidade visual (AV) em pilotos de kart após a pilotagem.

3.1 Objetivos secundários:

Verificar alteração de lactato e glicemia plasmática antes e após o período da pilotagem de uma corrida.

Verificar se há diferença na AV em pilotos de kart sem e com capacete, antes e após a corrida.

4 MÉTODO

Trata-se de estudo observacional, transversal, uma vez que, os dados foram obtidos de acordo com as situações específicas de pilotagem e testes das capacidades físicas.

A amostra por acessibilidade foi constituída por pilotos de kart inscritos em campeonatos promovidos pela Federação Paulista de Automobilismo.

4.1 Critérios de inclusão:

Pilotos de kart inscritos em campeonatos promovidos pela Federação Paulista de Automobilismo.

Não apresentem opacidade de meios, isto é, opacidade de córnea e/ou cristalino e/ou vítreo, e/ou alteração de campo visual ou ausência de bulbo ocular;

Idade mínima de 18 anos;

4.2 Critérios de exclusão:

Pilotos que não se enquadrem nos critérios de inclusão;

Pilotos que não assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido e/ou não aceitarem participar da pesquisa por algum motivo;

4.3 Materiais e métodos

Acuidade visual (AV) com escala logMAR (padronizada e validada) à distância de 4 m, medida em cada olho separadamente; AV de ambos os olhos sem e com

capacete; consideramos o índice de AV de cada letra identificada corretamente. Se cada fileira possui 5 optotipos e entre fileiras consecutivas a diferença é de 0,1 logMAR, cada optotipo representa 0,02 logMAR. Se apenas 3 optotipos foram corretamente identificados na fileira 0,06 logMAR, o índice real interpolado da AV dele está entre 0,0 logMAR e 0,1 logMAR correspondendo a 0,06 logMAR (21).

A AV foi avaliada em decorrência da pilotagem em ritmo de corrida (bateria de 30 minutos), em dois momentos: 1) Imediatamente antes da corrida; 2) após a corrida.

Considerando que as demandas físicas de pilotos de automobilismo, segundo Potkanowicz e Mendel (2013), estão relacionadas à força dos membros superiores, resistência cardiovascular e potência anaeróbia, foram analisados os seguintes parâmetros: o lactato e glicemia plasmático, através da coleta de sangue da polpa digital, utilizando lancetas descartáveis (Accu-Chek Softclix® Pro), sendo aplicada a gota de sangue sobre área específica da tira reativa BM-lactate e G-tech Free e as amostras mensuradas respectivamente no Lactímetro Accutrend® Lactate e Glicosímetro G-tech Free®. O procedimento foi realizado antes e após a pilotagem.

Os protocolos, testes e avaliações foram conduzidos de acordo com os princípios éticos estabelecidos na Declaração de Helsinki proposta pela Associação Mundial de Médicos (Declaração de Helsinki, 1964, 1975, 1983, 1989, 1996, 2000, 2008 e 2013). O Projeto de Pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) protocolo número 01505018.8.0000.5505. Todo participante foi esclarecido sobre a pesquisa e o seu grau de envolvimento nela e, então, solicitada a assinatura do Termo de Consentimento de Participação em Pesquisa.

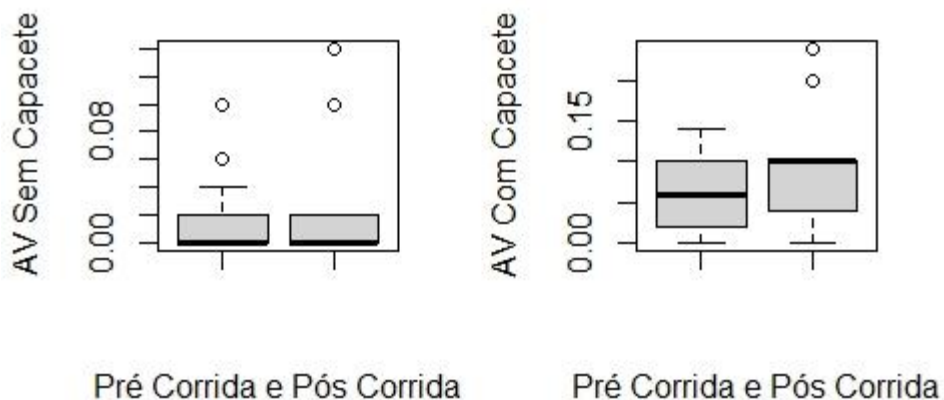
Como procedimentos estatísticos foi utilizado a análise no Programa R (R Core Team 2020), os dados apresentados foram avaliados com média e desvio padrão, a comparação entre os grupos foi realizada com o teste t de student pareado ou Wilcoxon de acordo com a curva de normalidade, com significância estatística considerado quando $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

Foram submetidos aos testes 13 pilotos profissionais, sendo todos do sexo masculino, com idade média de 46 anos ($\pm 10,1$ anos).

Como resultados observou-se que não houve diferença estatística entre a acuidade visual (AV) pré e pós esforço físico intenso (corrida) sem capacete ($t(12)= 0,93$; $p=0,36$) e com capacete ($t(12)= 1,79$; $p=0,09$). Houve diferença estatística entre a medida da AV com e sem capacete antes ($t(12)= 5,38$; $p<0,01$) e após ($t(12)= 4,50$; $p=0,01$) a corrida.

Gráfico 1. Boxplot comparando a AV antes e após a corrida, sem e com capacete.



Os valores médios de Lactato sanguíneo antes da corrida foram de $3,19 (\pm 0,84)$ mmol/L, enquanto após a corrida, foi de $7,33 (\pm 2,26)$ mmol/L havendo diferença estatisticamente significativa antes e após o exercício ($t(12)= 4,50$; $p<0,01$), quanto a glicemia, a média antes foi de $136,7 (\pm 21,6)$ mg/dl e após de $157,5 (\pm 28,88)$ mg/dL, sendo que os resultados não mostraram diferença estatística significativa ($t(12)= 1,48$; $p=0,16$).

Tabela 1. Lactato e glicemia antes e após a corrida de cada piloto, mostrando ao final a média e o desvio-padrão (dp).

| Identificação | Lactato (mmol/l) | Lactato (mmol/l) | Glicemia (mg/dl) pré corrida | Glicemia (mg/dl) pós corrida |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | Pré corrida | Pós corrida | | |
| 1 | 3,3 | 4,2 | 150 | 138 |
| 2 | 2,4 | 6 | 162 | 180 |
| 3 | 2,8 | 12,3 | 143 | 192 |
| 4 | 2,6 | 14,5 | 123 | 156 |
| 5 | 2,6 | 7 | 135 | 139 |
| 6 | 2,8 | 7,4 | 104 | 136 |
| 7 | 1,5 | 4,2 | 143 | 153 |
| 8 | 2,7 | 7,2 | 125 | 213 |
| 9 | 4,8 | 4,2 | 152 | 180 |
| 10 | 2,7 | 5,3 | 187 | 126 |
| 11 | 3,9 | 6,9 | 160 | 96 |
| 12 | 3,9 | 6,3 | 101 | 128 |
| 13 | 5,5 | 9,8 | 92 | 210 |
| Média (dp) | 3,19 ($\pm 0,84$) | 7,33 ($\pm 2,26$) | 136,7 ($\pm 21,6$) | 157,5 ($\pm 28,88$) |

6 DISCUSSÃO

Muitas das demandas no esporte requerem discriminação de informações visuais que se movem em relação ao atleta, e a precisão de interpretação, processamento e resposta motora a esta informação é um elemento crítico no desempenho humano, bem como uma parte integrante na prevenção de lesões. O automobilismo é um esporte reativo e dinâmico, que requer desempenho visual sustentado nas áreas de julgamento de contraste, localização direcional, resolução visual, demandas periféricas e de longa distância (Erickson, 2007). Estudos demonstraram que atletas de elite têm maior acuidade visual do que não atletas, sendo sugerido que o desempenho da visão pode ser treinável e transferível para o desempenho atlético (Stine, Arterburn e Stern, 1982) e outros, afirmam que isso pode não ser demonstrável (Abernethy & Wood, 2001; Zimmermann, 2011; Koide, 2019). A capacidade de processar informações visuais rapidamente é considerada um elemento essencial para o sucesso em esportes de ação rápida. Os atletas de esportes motorizados devem analisar rapidamente as informações temporais e espaciais disponíveis durante as situações de corrida para tomar decisões precisas sobre as respostas de desempenho (Erickson, 2007). No presente estudo, o objetivo foi correlacionar se haveria influência da pilotagem, exercício físico de alta intensidade, na acuidade visual (AV) de pilotos profissionais do automobilismo, e observou-se que não houve alteração da AV após esforço físico intenso (período de uma corrida de kart com duração de 30 minutos) com e sem capacete nestes atletas, corroborando com outro estudo que demonstrou não haver alterações da acuidade visual, estatisticamente significativo, após exercícios de alta intensidade (Woods, 1995).

Foi observado em nosso estudo, uma diminuição da AV, estatisticamente significativa, quando comparado o mesmo piloto sem e com capacete, tanto antes quanto após a corrida, podendo estar relacionado com a diminuição de contraste ou aberrações causadas pela viseira do capacete. Ing 2002, observou em atletas de hockey que óculos e viseiras não afetaram a acuidade visual e sensibilidade ao contraste em atletas, assim como Miller 2019 observou que o protetor ocular em jogadores de futebol americano com capacete não afetou mais a diminuição no tempo

de reação e na detecção de um alvo, porém Ruedl 2011 constatou que houve diminuição no tempo de reação em atletas de ski, quando utilizado óculos específicos para esta modalidade. Mais estudos neste sentido são necessários para melhor avaliação.

A intensidade do exercício pode ser estimada a partir de um marcador sanguíneo, o lactato. A concentração de repouso do lactato varia, no sangue, entre 0,7 e 1,0 mmol/L e, no exercício, esse valor pode ser bastante aumentado, chegando a atingir concentrações de até 20,0-25,0mmol/L. Outros autores, sugerem a existência de um limiar aeróbio, quando o lactato sanguíneo atinge a concentração de 2,0 mmol/L e um limiar anaeróbio (LAn) correspondente à intensidade máxima de esforço capaz de ser mantido pelo predomínio energético do sistema aeróbio. O LAn é alcançado quando o valor de lactato sanguíneo é de 4,0 mmol/L (Gobatto, Mendonça e Matsushigue 2000).

O aumento significativo da lactacidemia após a corrida, com valor médio de 7,33 mmol/L, indica que houve uma exigência muscular intensa. Se considerarmos o padrão proposto por Sjödín e Jacobs (1981), em que o valor fixo de 4,0mmol/L identifica o limiar anaeróbico (LAn), a prova teria sido realizada com intensidade acima desse valor. Autores que assumem a lactacidemia de 4,0mmol/L justificam a escolha desta concentração fixa em função de a maioria dos sujeitos apresentarem, nessa intensidade do exercício, o máximo equilíbrio entre a produção e a remoção do lactato (Lopes, RF, Osieckil, R, Rama, LMPL. 2012).

Os resultados do presente estudo indicaram que a pilotagem no período de uma corrida (30 minutos) não influenciou no comportamento da glicemia sanguínea, em alguns estudos foi verificado que a glicose sanguínea se manteve constante em exercício com volume de 50 e 70 minutos e intensidade de 55 a 60% do VO₂máx, mas em um exercício com intensidade de 80% do VO₂máx e volume de 50 minutos, a glicose sanguínea aumenta, o que indica que a saída de glicose hepática é maior que a saída a captação de glicose periférica (Abreu, Cintra, Navarro, 2015).

No estado de jejum e durante o exercício de baixa intensidade, a maior parte da energia exigida pelo músculo é fornecida pela oxidação dos ácidos graxos livres que são predominantemente derivados do plasma. Quando o exercício aumenta para um nível moderado de intensidade (60-70% VO₂ pico), a fonte de ácidos graxos para

a oxidação também inclui triglicerídeos intramusculares. Embora ambas as fontes de ácidos graxos contribuam para as necessidades energéticas do músculo, mesmo quando combinadas, não são suficientes para atender à demanda energética. Portanto, durante o exercício de intensidade moderada, cerca de metade da energia total derivada é da oxidação de carboidratos, proveniente de glicogênio muscular e glicose no sangue. Durante o exercício de alta intensidade, a contribuição da oxidação de ácidos graxos plasmáticos torna-se ainda menor e a oxidação de carboidratos fornece aproximadamente dois terços da necessidade total de energia. O metabolismo dos carboidratos é a fonte preferida de combustível nessas condições porque a taxa de produção de ATP é duas vezes maior do que a dos ácidos graxos (Mul, et al. 2015), portanto é possível que o tempo de corrida (aprox. 30 min), não foi o suficiente para promover uma mudança significativa nos valores da glicemia plasmática.

A ingestão antes do exercício de refeições à base de carboidratos pode influenciar o desempenho e, também, as respostas glicêmicas, sendo que tanto a ingestão de refeições de baixo índice glicêmico quanto as refeições de alto índice glicêmico pode influenciar de forma positiva e negativa estas duas variáveis, respectivamente (Brandão, et al, 2010). Uma ingestão pré-exercício de refeição de baixo índice glicêmico apresentou baixos níveis de insulina, resultando em altos valores de glicose no sangue em comparação com uma refeição de alto índice glicêmico que apresentou valores inferiores de glicose sanguínea (De Marco, et al, 1999). Como no presente estudo não houve controle da ingestão de alimentos pré-exercício e nem do tempo de ingestão anterior ao exercício, isso pode ter resultado em alterações nas respostas glicêmicas após a corrida.

7 CONCLUSÃO

No presente estudo observou-se que houve aumento significativo da lactacidemia, associado ao esforço físico intenso, e manutenção da glicemia plasmática após a corrida, além disso mostrou-se que não houve alteração da AV após esforço físico intenso (período de uma corrida) com e sem capacete em pilotos profissionais de automobilismo, mas foi observado uma diminuição da AV, estatisticamente significativa, quando comparado o piloto sem e com capacete, tanto antes quanto após a corrida.

8 APLICAÇÕES PRÁTICAS

O ato de pilotar em altas velocidades, exige muito uma acuidade visual apurada do piloto, portanto é importante o mesmo estar em suas melhores condições de visão, com a melhor visão corrigida, além de utilizar viseiras novas no capacete para diminuir a influência externa no momento da pilotagem.

O aumento da lactacidemia corrobora que a demanda anaeróbia nos pilotos de kart durante as corridas, é expressiva, sugerindo que o respectivo metabolismo deve ser estimulado durante os treinamentos físicos fora da pista.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Wald G. Molecular basis of visual excitation. *Science*, 11 Out 1968;162(3850):230-39.

Wilkinson MO, Anderson RS, Bradley A, Thibos LN. Resolution acuity across the visual field for mesopic and scotopic illumination. *J Vis*. 2020 Oct;1;20(10):7

Koch C, Ullman S. Selecting one among the many: a simple network implementing shifts in selective visual attention. *AI Memo 770*. Cambridge, MA: MIT AI Lab. 1984.

Itti L, Gold C e Koch C. Visual attention and target detection in cluttered natural scenes. *Optical Engineering*. 2001;40(9).

Gibson JJ. *The ecological approach to visual perception*. Psychology Press, 1986.

Martins MB. Visão Normal. In: Martins MB, Bueno ST. *Deficiência Visual: aspectos positivos e educativos*. São Paulo: Editora Santos, 2003.

Aravena CO, Jimenez TA, Uribe SF, Ardiles EA, Armstrong EW, Henriquez VE, et al. Efeito do estresse físico no processamento das informações visuais periféricas: comparação entre esportistas e não esportistas. *Revista Paulista de Educação Física*. 1996;10(1):34-47.

Sandyk R. Diurnal variations in vision and relations to circadian melatonin secretion in multiple sclerosis. *Int J Neurosci*. 1995;83(1-2):1-6.

Magill RA. *Aprendizagem motora: conceitos e aplicações*. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

Land MF, McLeod P. From eye movements to actions: how batsmen hit the ball. *Nature Neuroscience*. 2000 ;3(12)1340-45.

Jafarzadehpur E, Aazami N, Bolouri B. Comparision of saccadic eye movements and facility of ocular accommodation in female volleyball players and non-players. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17(2):186-90.

Watanabe Y. Effects of 15- minutes bicycle work load on static and kinetic visual activities. *J Sports Med Phys Fitness*. 1983;23(4):485-95.

Ishigaky H, Miyao M. Implications for dynamic visual acuity with changes in age and sex. *Perceptual and Motor Skills*. 1994;78(2):363-69.

Kakiyama T, Kushima A, Hirota A. Effects of correction of visual acuity on kinetic visual acuity in high school rugby players. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*. 2004;53(2)255-62.

Oliveira Filho CW, Almeida JJG, Vital R, Carvalho KMM, Martins LEB. A variação da acuidade visual durante esforços físicos em atletas com baixa visão, participantes de seleção brasileira de atletismo. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13 (4):253-58.

Smith AM, Czyz CN. Neuroanatomy, Cranial Nerve 2 (Optic). In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan. 2020 Nov 19.

Drewes, J., Van Rullen, R. This Is the Rhythm of Your Eyes: The Phase of Ongoing Electroencephalogram Oscillations Modulates Saccadic Reaction Time. *Journal of Neuroscience*. 2011, 31 (12).

Moore RY. Circadian rhythm: basic neurobiology and clinical applications. *Annu Rev Med*. 1997;48:253-66.

Moore RY. The suprachiasmatic nucleus and the circadian timing system. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2013;119:1-28.

Moore RY, Speh JC, Leak RK. Suprachiasmatic nucleus organization. *Cell Tissue Res*. 2002;309(1):89-98.

Meijer JH, Schwartz WJ. In search of the pathways for light-induced pacemaker resetting in the suprachiasmatic nucleus. *J Biol Rhythms*. 2003;18(3):235-49.

Peirson S, Foster RG. Melanopsin: another way of signaling light. *Neuron*, 2006;49(3):331-39.

Waterhouse J, Drust B, Weinert D, Edwards B, Gregson W, Atkinson G, et al. The circadian rhythm of body temperature: origin and some implications for exercise performance. *Chronobiol Int*. 2005;22(2):207–25.

Gregg JR. *Vision and sports: An introduction*. Butterworth-Heinemann, 1987.

Arteaga M, Torre E, Delgado M. The influence of anaerobic physical exertion on dynamic visual acuity and ocular motility. *Journal of Human Movement Studies*, 2002;42(2):109-26.

Bard C, Fleury M. Influence of imposed metabolic fatigue on visual capacity components. *Percept Mot Skills*. 1978;47(3 Pt 2):1283-87.

Fleury M, Bard C, Jobin J, Carriere L. Influence of different types of physical fatigue on a visual detection task. *Percept Mot Skills*. 1981;53(3):723-30.

Hancock S, McNaughton L. Effects of fatigue on ability to process visual information by experienced orienteers. *Percept Mot Skills*. 1986;62(2):491-98.

Ishigaki H, Miyao M, Ishihara S, Sakakibara H, Yamada S, Furuta M, et al. The deterioration of visual acuity by exercise under a mesopic vision environment. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*. 1991;31:271-76.

Schmeisser ET, Gagliano DL, Santiago-Marini J. Visual system effects of exercise on Mauna Kea at 2,200 and 4,200 meters altitude. *Military Medicine*. 1997;162(3):186–89.

Oliveira Filho CW, Almeida JJG. Variation of the acuity due to anaerobic efforts. In: *Abstract Book 5th Scientific Congress, Sydney 2000 Paralympics Games*. Sydney, 2000.

Millsagle DG, DeLaRosby A, VonBank S. Incremental exercise in dynamic visual acuity. *Percept Mot Skills*. 2005;101(2):657-64.

Woods RL, Thomson WD. Effects of exercise on aspects of visual function. *Ophthal Physiol Opt*, 1995;15(1):5-12.

Guyton AC, Hall JE. *Tratado de Fisiologia Médica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

Lippi G, Salvagno GL, Franchini M, Guidi GC. Changes in technical regulations and drivers' safety in top-class motor sports. *Br J Sports Med*. 2007 Dec;41(12):922-5.

Taimela S, Kujala UM, Osterman K. Intrinsic risk factors and athletic injuries. *Sports Med*. 1990 Apr;9(4):205-15.

Rouse MW, DeLand P, Christian R, Hawley J. A comparison study of dynamic visual acuity between athletes and nonathletes. *J Am Optom Assoc*. 1988 Dec;59(12):946-50.

CBA – Confederação Brasileira de Automobilismo. *Código Desportivo do Automobilismo*. Rio de Janeiro, 2018.

Interlagos Motor Clube. *Filiação Cadastro*. Disponível em: <https://interlagosmotorclube.com.br/filiacao/>

Millsagle DG. Dynamic visual acuity and coincidence-anticipation timing by experienced and inexperienced women players of fast pitch softball. *Percept Mot Skills*. 2000;2(90):498.

Junyent, LQ. *Evaluación de la agudeza visual dinámica: una aplicación al contexto deportivo*. Terrassa, Espanha. Tese [Doutorado em Óptica e Optometria] - Universitat Politècnica de Catalunya, Department d'Òptica i Optometria, 2007.

Conte M, Andrade JVS, Azevedo G, Fernandes, VAR. Lactacidemia during track day motorcycle racing competitions. *Annales Kinesiologiae* v. 11, n. 1, p. 17-27. 2020 10.35469/ak.2020.225

Conte M. Respostas Fisiológicas e Bioquímicas Frente à Prova de Rali de Regularidade. *PULSAR*, 10(2): 40-47, 2018

Potkanowicz, ES & Mendel, RW. The Case for Driver Science in Motorsport: A Review and Recommendations. *Sports Med*: 2013: 43(4)

Erickson, G. (2007). *Sports vision: Vision care for the enhancement of sports performance*. Butterworth Heinemann Elsevier.

Stine, C. D., Arterburn, M. R., & Stern, N. S. (1982). Vision and sports: a review of the literature. *Journal of the American Optometric Association*, 53(8), 627–633.

Abernethy, B., & Wood, J. M. (2001). Do generalized visual training programmes for sport really work? An experimental investigation. *Journal of Sports Sciences*, 19(3), 203–222.

Zimmerman AB, Lust KL, Bullimore MA. Visual Acuity and Contrast Sensitivity Testing for Sports Vision. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2011, 37(3), 153–159.

Ing E, Ing T, Ing S. The effect of a hockey visor and sports goggles on visual function. *Canadian Journal of Ophthalmology / Journal Canadien d'Ophthalmologie*, 2002, 37(3), 161–167.

Miller RA, Rogers RR, Williams TD, Marshall MR, Moody JR, Hensarling RW, Ballmann CG. Effects of Protective American Football Headgear on Peripheral Vision Reaction Time and Visual Target Detection in Division I NCAA Football Players. *Sports (Basel)*. 2019 Sep 16;7(9):213.

Ruedl G, Herzog S, Schöpf S, Anewanter P, Geiger A, Burtscher M, Kopp M. Do ski helmets affect reaction time to peripheral stimuli? *Wilderness Environ Med*. 2011 Jun;22(2):148-50.

Yoshinori K, Yoshino U, Yuji A, Hiroyuki M, Hayato A, Eric GJ, Everett BL, Eisuke S, Jun M, Takatoshi U, Ikuo W. Differences in postural stability and dynamic visual acuity among healthy young adults in relation to sports activity: a cross sectional study. *J. Phys. Ther. Sci*. 31: 53–56, 2019.

Gobatto CA, Mendonça ER, Matsushigue, KA. Respostas do lactato sanguíneo e da frequência cardíaca em duas diferentes provas do automobilismo. *Rev Bras Med Esporte* vol.6 no.1 Niterói Jan./Feb. 2000

B Sjödín, I Jacobs. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med*. 1981 Feb;2(1):23-6.

Lopes, RF, Osieckil, R, Rama, LMPL. Resposta da frequência cardíaca e da concentração de lactato após cada segmento do triathlon olímpico. *Rev Bras Med Esporte* vol.18 no.3 São Paulo maio/jun. 2012.

Abreu, J. M., Cintra, C., & Navarro, F. (2015). Comportamento agudo da glicemia após sessão cardiorrespiratória com 60% da potência aeróbia máxima. *RBPFEEX - Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício*, 9(52), 200-205.

Mul, JD, Stanford, KI, Hirshman, MF, Goodyear, LJ. Exercise and Regulation of Carbohydrate Metabolism. *Prog Mol Biol Transl Sci.* 2015; 135: 17–37.

Brandão DA, Almeida PAS, Barbosa ES, Morais DC, Ferreira GR, Silva SF. Comparação entre as respostas sanguíneas de glicemia e lactato durante um teste progressivo em esteira rolante em sujeitos fisicamente ativos. *Fit Perf J.* 2010 jan-mar;9(1):113-119

Demarco HM, Sucher KP, Cisar CJ, Butterfield GE. Pre-exercise carbohydrate meals: application of glycemic index. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1999;31(11):64.