

TRABAJO DEL INSTITUTO NACIONAL DE BIOLOGIA ANDINA

DIRECTOR: PROF. CARLOS MONGE

TIEMPO DE REACCION VISUAL Y SUS VARIACIONES POR EL FACTOR ALTURA

POR HANS HAHN

Los trabajos del Prof. Monge en enfermos de Mal de Montaña crónico y sus observaciones clínicas sobre perturbaciones psíquicas en sujetos no aclimatados, hacían necesario un estudio sistemático de este orden, de cuyos resultados daremos cuenta en comunicaciones sucesivas.

El tiempo de reacción juega un papel muy importante no solamente desde el punto de vista teórico sino especialmente desde el práctico, para la selección y eventualmente, para la orientación profesional. En los conductores de vehículos motorizados, el tiempo de reacción visual es primordial y sus variaciones individuales producidas por el factor altura, pueden tener gran importancia, para la selección sistemática de todos los individuos que profesionalmente deben conducir en la altura, esta clase de vehículos. Anotaremos las referencias 1, 2 y 3, en la sección bibliográfica, al final de este trabajo.

Técnica empleada.— Hemos podido desarrollar el método gráfico, en el que el registro ha sido automático, para eliminar errores causados por deficiencias de los observadores.

Un diapazón de 50 Hertz, ha permitido calcular los tiempos de reacción en quincuagésimos de segundo. En cada prueba ha sido controlado el diapazón por un cronógrafo de alta

precisión Jaquet, marca Boullite. La técnica aplicada ha sido exactamente la misma en los tres niveles de altura.

El estímulo consistía en un foquito luminoso de fuerte intensidad. El sujeto tenía la consigna de apagar lo más rápidamente posible el estímulo luminoso, soltando el botón de un conmutador de pera que anteriormente mantenía presionado.

Los estímulos han sido dados por el operador de la experiencia, cerrando el circuito por un conmutador de pera absolutamente silencioso. Se ha procurado que los estímulos no se hicieran rítmicamente.

Después de una explicación extensa, los sujetos tenían la instrucción de concentrarse sobre el acto de soltar lo más rápidamente posible el botón y luego presionarlo calmadamente con el fin de estar listos para reaccionar en la misma forma a los siguientes estímulos.

Antes de cada experiencia en Lima, Morococha y Huancaayo, han sido los sujetos cortamente entrenados; cada vez por lo menos de 10 a 20 pruebas.

Evaluación.— Hemos usado el método de Moede-Michon, tomando las diez primeras reacciones de cada serie, eliminando todos los valores extremadamente cortos e indudablemente falsos, e igualmente los valores extraordinariamente largos que significan una falta de atención, en clara discordancia con las otras cifras medidas.

Los valores han sido calculados en milésimos de segundo para facilitar la comparación con los valores indicados en la literatura. Ha sido calculado para todos los sujetos de experimentación: 1.—La media aritmética (M. A.), de diez pruebas. (De nueve solamente en un caso, en Lima, por razones técnicas).

2.—La correspondiente variación media. (V. M.)

3.—La variación media relativa. (V. R.)

Estas tres medidas nos permiten determinar:

1.—La rapidez de reacción (Tiempo medio de reacción).

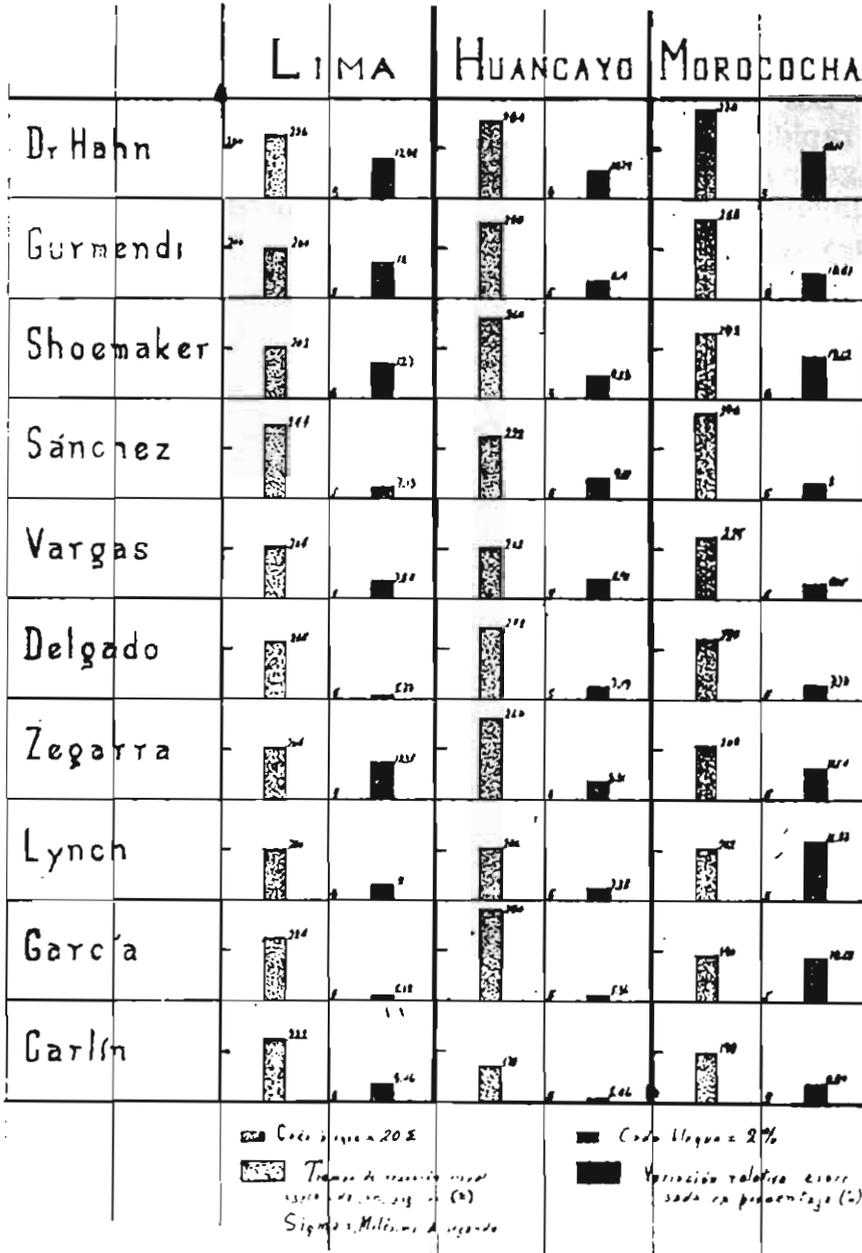
2.—Variación media pura de esa reacción.

3.—La regularidad de la reacción.

(Variación media en %).

Resultados.— Nuestro trabajo lo podemos dividir en dos capitulos :

CUADRO N° 1



1º—Estudio de 10 sujetos no aclimatados.

2º—Estudio de 9 sujetos aclimatados.

I — Estudio de los diez sujetos no aclimatados. — Han sido diez personas residentes en Lima (150 mts.) que se han movilizado a Morococha (4,650 mts.) y Huancayo (3,200 mts.) Los resultados han sido los siguientes:

Los resultados obtenidos en Lima muestran un promedio de rapidez de la reacción de los diez sujetos adultos de 214 δ (Sigmas) (*) que corresponde a los valores normales, especialmente al valor de 209 δ encontrado por Michon, en diez personas adultas normales examinadas en Nancy.

La variación relativa de nuestros diez sujetos es 9.14%

Para Morococha la media aritmética para los mismos es 228 δ ; la variación relativa es 11.19%.

Mientras el promedio general de los diez sujetos no sería tan distinto del valor correspondiente en Lima, tenemos diferencias individuales muy considerables. Entre los 10 sujetos: ocho tienen **tiempos más largos** (más lento) y dos **tiempos más cortos** (más rápido). Entre los ocho con tiempo más largo (más lento), cinco tienen alargamientos entre cerca del 10 al 25%; tres tienen aumentos entre 1 y 3%. En cuanto a los dos sujetos con tiempo más corto (más rápido) uno tiene cerca de 15% menos y otro cerca de 10%.

En cuanto a la variación relativa (VR en %), siete sujetos tienen un aumento, algunos muy considerable, mientras tres tienen valores de menor consideración.

En cuanto a los valores de las variaciones medias relativas = VR (en %) que como se ha mencionado, nos sirve para evaluar la regularidad de la reacción, tenemos para los 10 sujetos de la excursión en cuestión:

En Lima como promedio general	9.14%
En Morococha como promedio general	11.19%

Hay pues un aumento de casi 25%.

En el futuro vamos a investigar por exámenes especiales, si este resultado está basado sobre dificultades individuales en

(*) δ Sigma = 0'001 de segundo.

la mantención de la atención, causadas por el FACTOR ALTURA.

¿Por qué también aquí se manifiestan grandes diferencias individuales?

Debemos acentuar que cuando los individuos repitieron la experiencia en Morococha, estando así mejor entrenados y habiéndoseles dado el descanso necesario para eliminar en lo posible la influencia del factor fatiga, los resultados no fueron mejores.

Comparando los valores de Lima con los correspondientes a los diez sujetos en Huancayo, encontramos: un promedio mayor, casi 10%, pero un valor de la variación relativa promedio menor.

Las comparaciones individuales muestran: Siete sujetos con aumento del tiempo de reacción, entre ellos algunos con diferencias muy considerables. En tres, mejoramientos = acortamientos, también en uno de ellos es muy considerable.

En cuanto a la variación relativa tenemos seis mejoramientos, algunos de ellos muy considerables; en los restantes, aumentos, uno de ellos muy considerable.

Queremos resumir el resultado de las VARIACIONES DEL TIEMPO DE REACCION VISUAL causadas por el FACTOR ALTURA, en diez sujetos no aclimatados que han subido a Morococha: No se puede afirmar que hay un alargamiento, de orden general, del tiempo de reacción visual.

Las diferencias individuales nos parecen demasiado marcadas para permitir una conclusión de esta índole a pesar de que entre los 10 sujetos, 8 han mostrado un alargamiento del tiempo de reacción visual, en 5 de ellos muy considerables, y que establece la necesidad de un estudio más profundo, desde este punto de vista, de los conductores de vehículos motorizados.

II — Estudio de nueve sujetos aclimatados.— Los nueve sujetos son de bajas altitudes pero la naturaleza de su trabajo los obliga a vivir en puntos más altos.

Los podemos dividir en dos grupos:

- a.—Residentes en Morococha. (Siete).
- b.—Residentes en Huancayo. (Dos).

CUADRO N° 2

A. — Residentes en Morococha (4,650 mts.) — (Ver el Cuadro N° 2).

Resultados de los 7 sujetos residentes en Morococha, que podemos considerar como aclimatados.— Mientras el valor promedio de 210.9 sigmas no muestra casi ninguna diferencia apreciable, con los valores encontrados en nuestros diez sujetos en Lima y que casi no se desvía del valor indicado por Michon, encontramos nuevamente grandes diferencias individuales.

Lo interesante es que el promedio de la variación relativa de los 7 sujetos aclimatados en Morococha, de 8.3%, es inferior al valor relativo promedio de nuestros diez sujetos en Lima que es de 9.14% y muy inferior al valor correspondiente de los mismos sujetos no aclimatados en Morococha, de 11.19%. Pero consideramos que nuestra investigación no es suficiente en cuanto al número de los sujetos para poder determinar una conclusión general.

Para acentuar la importancia práctica de los alargamientos del tiempo de la reacción visual, muy considerables en algunos de nuestros sujetos debido al factor ALTURA, vamos a citar el trabajo de Mayerhofer, sobre la influencia del alcohol en conductores de vehículos motorizados. Una cantidad de 50 cc. de alcohol, ingerida por personas no acostumbradas al consumo de bebidas alcohólicas, en forma de vino o cerveza es suficiente para aumentar el tiempo de Reacción Visual

en 15%, si se trata de vino y 20% si la cantidad arriba indicada, es consumida en forma de cerveza.

B. — Resultados de 2 sujetos residentes en Huancayo (3,200 mts.), que podemos considerar como aclimatados.

Los resultados de ambos muestran valores completamente normales. (Muy cerca a los valores indicados por Michon).

También las variaciones relativas correspondientes son muy favorables.

Vemos en los resultados de los sujetos residentes en grandes alturas, que podemos considerar como aclimatados, que sus tiempos de reacción visual corresponden completamente a los valores normales indicados en la literatura y en nuestro caso a los valores encontrados en sujetos adultos normales al nivel del mar.

El hecho de que también los valores de las variaciones relativas son bien favorables demuestra que a lo menos en cuanto a los tiempos de reacción visual, es posible una adaptación total, lo que quiere decir en la práctica por ejemplo, que un sujeto aclimatado o adaptado puede manejar un vehículo motorizado con el mismo grado de seguridad que los sujetos de la costa.

La rapidez y la regularidad en sus reacciones corresponden absolutamente a los valores normales de la costa o de alturas no muy grandes. Queremos en futuras experiencias sobre más sujetos ratificar los resultados encontrados.

En cuanto a los resultados totales de nuestras investigaciones sobre la influencia del factor altura en el tiempo de reacción visual, debemos insistir en que el registro automático de los fenómenos en cuestión debe ser mantenido.

Nos referimos a las observaciones del Dr. Carlos Monge quien a este respecto ha puesto de manifiesto la dificultad que tienen muchos observadores para mantener la atención en la altura lo que equivale a decir que eran muy susceptibles a cometer errores en sus observadores.

Basándonos en la literatura a nuestra disposición, vamos a citar el trabajo de Liberson y Bonnardel, que no han podido encontrar alargamientos del tiempo de reacción visual en sujetos no aclimatados que subieron de París al Jungfrauoch (3,457 mt. de altura).

Comparando nuestros resultados y los experimentos publicados por Liberson y Bonnardel, tenemos que remarcar lo siguiente :

1.—La diferencia de altura es mucho menor, solo de 3,300 mt., mientras que nuestros sujetos han subido de Lima a Morococha, lo que equivale a una diferencia de altura de más de 4,400 mts.

2.— Mientras la ascensión de París a Jungfrauoch, técnicamente necesita a lo menos 18 — 20 horas, nuestros sujetos han subido de Lima a Morococha en menos de 5 horas.

3.— Liberson y Bonnardel publicaron solamente resultados de dos sujetos no aclimatados, mientras que nosotros tenemos el material de 10 sujetos no aclimatados.

Stern habla de un alargamiento del Tiempo de Reacción de sujetos no aclimatados en Davos (Suiza), más o menos a 1,500 mts. de altura, resultados que llama nuestra atención por la altura relativamente muy pequeña de Davos.

Tal vez nuestras futuras Series de experiencias de Reacciones acústicas y complejas, darán diferencias más marcadas por el factor Altura, en todos los sujetos.

Refiriéndonos a las observaciones del Dr. Carlos Monge, en cuanto a las deficiencias para mantener la atención de sujetos no aclimatados que suben a la altura, vemos una comprobación de esas observaciones en las grandes diferencias de los valores de la Variación Relativa que hemos encontrado en algunos de nuestros excursionistas no aclimatados.

TABLA 1

Nº de orden	Nombre		Lima 150 mts.	Huancayo 3,200 mts.	Morococha 4'650 mts.
1	Gurmendi	M. A.	200 sigmas	250 sigmas	258 sigmas
		V. R. (M.A)	12 %	8.4 %	10.07%
2	Dr. Hahn	M. A.	226	254	278
		V. R. (M.A)	12.94	10.79	14.17
3	Shoemaker	M. A.	202	260	232
		V. R. (M.A)	12.7	9.23	13.62
4	Sánchez	M. A.	244	222	270
		V. R. (M.A)	7.13	9.01	8.15
5	Vargas	M. A.	204	202	224
		V. R. (M.A)	7.84	8.91	8.15
6	Delgado	M. A.	214	242	220
		V. R. (M.A)	5.33	7.19	7.73
7	Zegarra	M. A.	204	260	208
		V. R. (M.A)	12.35	8.85	11.54
8	Lynch	M. A.	200	206	202
		V. R. (M.A)	8	7.28	16.83
9	García	M. A.	224	280	190
		V. R. (M.A)	5.18	5.36	13.68
10	Carlin	M. A.	222	172	198
		V. R. (M.A)	8.46	5.46	8.89

Altura de Lima : 153 mts. = 502 pies.
 Altura de Huancayo : 3.261.20 mts. = 10.699.06 pies.
 Altura de Morococha : 4.537.76 mts. = 14.887.11 pies.

TABLA 1b.

	Lima	Huancayo	Morococha
	153 mts.	3.261.20 mts.	4.537.76 mts.
M. A. Expresado en δ = sigmas	2140 : 10 214 δ	2348 : 10 234.8 δ	2280 : 10 228 δ
V. R (M. A) en %	91.38 : 10 9.14 %	80.12 : 10 8.01 %	111.91 : 10 11.19 %

TABLA 2

SUJETOS RESIDENTES (ACCLIMATADOS) EN MOROCOCHA

Nº de orden	Nombre y Apellido	ALTURA : 4.650 mts.	
		M. A.	V. R.
1	Ing. M.	248 δ	11.4 %
2	Sra. M.	192 δ	7.5 %
3	H.	205 δ	7.9 %
4	d R.	203 δ	7.9 %
5	K.	215 δ	7.5 %
6	A.	209 δ	7.1 %
7	M.	204 δ	8.8 %
		1476 : 7 210.86 δ 210.9 δ	58.1 : 7 8.3%

ANEXO

TIEMPO DE REACCION VISUAL EN CASOS ANORMALES

- a) ANORMALES } ALCOHOL
 { COCA

Se trata de 2 sujetos residentes (Aclimatados) en MOROCOCHA y de 2 sujetos residentes (Aclimatados) en HUANCAYO.

- b) ENFERMEDAD de MONGE y Alcoholismo Crónico.

Se trata de un sujeto residente (Aclimatado) en HUANCAYO.

CASOS PATOLOGICOS :

	1. A. C. (MOROCOCHA)	272 \simeq	8.3%
a)	2. J. E. (MOROCOCHA)	238 \simeq	9.4%
	3. A. G. (HUANCAYO)	258 \simeq	14.2%
	4. V. C. (HUANCAYO)	248 \simeq	17.5%
		<hr/>	
		1016 \simeq : 4	49.4 : 4
		254 \simeq	12.35%
		<hr/>	
b)	1. E. R. (HUANCAYO)	291 \simeq	10.9%

\simeq = sigmas = 1/1000 Segundos.

En cuanto a los resultados precitados hacemos las observaciones siguientes :

- a) Los 4 casos de tomadores de coca y alcohol tienen todos Tiempos de Reacción Visual extraordinariamente largos.

Especialmente si pensamos que los resultados establecidos por C. H. RICHEL según la totalidad de 50.000 determinaciones hechas por 12 autores en países muy diferentes indican el Valor Promedio de 195 \simeq (sigmas) para la Reacción Visual,

debemos considerar los valores de los casos anormales de la Sección a) como extraordinariamente largos, especialmente los valores de más de 250 Σ (sigmas) como claramente anormales.

En cuanto a las correspondientes Variaciones Relativas debemos considerarlas : de menos de 10% como regulares; los dos restantes de 14.2% y 17.5% como muy altos, si no directamente anormales.

b) El caso de la Enfermedad de Monge y de alcoholismo crónico en cuestión tiene un Tiempo de Reacción Visual anormalmente largo.

Mientras tanto el valor para la Variación Relativa correspondiente es normal.

BIBLIOGRAFIA

- C. MONGE : Revista de Neuro-Psiquiatría. 2 : 536. 1939.
C. MONGE : An. Fac. Medicina 18 : 93, 1936.
C. MONGE : Arch. Int. Med. Jan. 1937.
C. MONGE : Ver artículos de este mismo número.
MICHON : *Le Temps de Reaction*. Masson & Co., Paris, 1939. Página 46 :
"Se puede a lo menos desear ver extenderse las aplicaciones de la medida del Tiempo de Reacción, que es fácil, relativamente rápido y poco costoso. Por ejemplo los exámenes periódicos de Seguridad a los cuales están sometidos numerosos agentes de compañías de transporte. También en los exámenes de los conductores de automóviles. Esos exámenes del Tiempo de Reacción serían útilmente restringidos a pruebas sencillas de esta índole, si no se trata de casos de accidentes graves, según los deseos recientes de la Academia de Medicina, siguiendo la nota de Pariset y Richard y según el informe de Tanon".
GEMELLI, Fr. A. : "Sobre el Tiempo de Reacción simple en relación a su aplicación a la Selección Personal", *Archivos Italianos de Biología*, Tomo LXXXI, foja 9, año 1929 :
"Los Tiempos de Reacción son un factor tan constante e individual que representan un medio seguro para descubrir la aptitud psico-motora del sujeto".
MICHON : *Le Temps de Reaction*. Masson & Co., Paris, 1939. Página 44 :
"Si se trata de la selección de guardaajugas, de los conductores de autocarriles o de otros agentes etc. si se trata de visitas periódicas de Segu-

ridad etc., vemos siempre que las Pruebas del Tiempo de Reacción ocupan el puesto principal en las pruebas de base que serán utilizadas para trazar eventualmente un perfil biotipológico más o menos complejo".

LIBERSON et BONNARDEL : "Estudios sobre la fisiología del hombre en las grandes alturas". *Le Travail Humain*, 1. T., Nº 4.

G. MAYERHOFER : "Investigaciones psicotécnicas en cuanto al efecto del alcohol sobre el comportamiento de los conductores de automóviles", *Le Travail Humain*, 1. T., Nº 3.

Th. ZIEHEN : *Tratado de la Psicología Fisiológica*, Gustav Fischer, Jena.

W. MOEDE : *Tratado de la Psicotécnica*, Julius Springer, Berlín.

SUMMARY

The author measured the time of response to a visual stimulus, in the men not acclimated to high altitudes. He made determinations at sea level (Lima), in Morococha (14,800 ft.) and Huancayo (10,500 ft.), recording the results by automatic devices, in order to disregard completely any mistakes caused by deficiencies due to lack of acclimatization of the observator himself.

The evaluation of results, includes time and regularity of response.

Eight individuals showed longer time of response in Morococha; the other two had a shorter time. Among those eight, five showed an increase of 10 to 25 %, and three only 1 to 3 %. Concerning the other two, one showed 15 % less, and the other 10 % less.

Regarding to the regularity of reaction in Morococha, the author found a decrease of 25 %. He also found great individual differences.

As for the results in Huancayo, compared to those in Lima, the author found a lengthening of 10 % in time of response, with an improvement in regularity. He also found great individual differences.

The author also studies the time of visual response in cases of Monge's Disease and in abnormal cases (coca and alcohol).

RÉSUMÉ

L'auteur étudie le temps de réaction visuel de dix sujets non acclimatés a l'altitude. Les observations ont été faites à Lima (500

pieds), Morococha (14,800 pieds) et Huancayo (10,500 pieds) par des méthodes a inscription graphique pour éviter des erreurs dues à une imparfaite adaptation de l'observateur même.

L'évaluation des resultats comprend le temps et la regularité de la réponse.

Huit sujets démontrèrent un temps de reaction plus long à Morococha. Dans 5, l'augmentation était de 10 a 25 %, dans 3, de 1 a 3 %. Dans 2 sujets on constata diminution du temps de reaction, de 10 et 15 %, respectivement.

En ce qui concerne a la regularité de la réaction, à Morococha l'auteur trouva une diminution de 25 %, avec des grandes differences individuelles.

Pour les resultats à Huancayo, si on les compare avec ceux de Lima, l'auteur trouva une augmentation de 10 %. La régularité en était améliorée. Les differences individuelles persistaient.

L'auteur étudie aussi le temps de réaction visuelle dans certains cas de Maladie de Monge et des sujets considerés anormaux (coca, alcohol).