

LA DISCRIMINAZIONE DEL COLORE NEL PONY CASPIAN

COLOR DISCRIMINATION IN CASPIAN PONY

MOHSEN AHMADINEJAD¹ BVMSc & Ah, DVM, PhD - JAMSHID PISHKAR¹ Bsc, MS
MOHAMMAD REZA ASADI² DVM - ABBAS ABAVISANI² DVM, PhD
ALI MAHADAVI³ PhD - ALI REZA HASANI BAFARANI¹ Bsc, MS

¹ Institute of Technical and Vocational Higher Education of Agriculture, Azadi St. Tehran, Iran

² Faculty of Veterinary Medicine Azadi St. Tehran, Iran

³ Department of Physics Sharif University of Technology, Azadi St. Tehran, Iran

Riassunto

Benché un primo lavoro molto influente avesse portato alla conclusione, spesso citata, che la visione del colore è rara fra i mammiferi, riscontri più recenti hanno suggerito che in realtà è ampiamente diffusa. Secondo Jacobs (1993, 2004), tutte le specie di mammiferi non notturni che sono state adeguatamente esaminate hanno dimostrato una certa capacità di visione del colore, sebbene in misura enormemente variabile. I dati sulla presenza e sulle caratteristiche della visione del colore nel cavallo, tuttavia, restano sporadici (e quasi del tutto assenti nel caso dei pony Caspian).

Ad otto pony Caspian (quattro fattrici e quattro stalloni) è stato richiesto di effettuare una serie di scelte, differenziando di volta in volta un colore dal grigio. Le prove sperimentali sono state effettuate utilizzando un box di 3 x 3 metri dotato di una parete con due pannelli trasparenti che venivano illuminati da dietro con una luce proiettata attraverso dei filtri colorati o grigi, in modo da offrire gli stimoli discriminanti. I pony sono stati dapprima fatti ambientare nel ricovero (box) con due pannelli all'interno, e poi hanno appreso a spingerne uno al fine di ottenere una ricompensa, sotto forma di cibo, in risposta ad uno stimolo positivo superando una prova di discriminazione acromatica luce-buio, dopodiché è stata testata la loro capacità di discriminare il grigio da quattro diversi colori: rosso (617 nm), giallo (581 nm), verde (538 nm) e blu (470 nm).

Come valore soglia (criterio) per giudicare l'apprendimento è stato stabilito il riscontro di un 85% di risposte corrette ed il test finale per la discriminazione di tutti i colori rispetto al grigio è stato effettuato utilizzando varie intensità di grigio, in modo che la luminosità fosse un'indicazione irrilevante. Nel corso dello studio, a tutti i pony è stato richiesto di distinguere tutti e quattro i colori dal grigio. Fatta eccezione per due casi, il resto degli animali è riuscito a superare il criterio di apprendimento della discriminazione fra il colore blu ed il grigio. Solo due pony hanno superato il valore soglia per l'apprendimento della discriminazione fra il colore verde ed il grigio. Nessun pony, tranne due, ha raggiunto il limite per la discriminazione del grigio dal colore rosso e da quello giallo (rispettivamente). La conclusione è che i pony sono in grado di distinguere dal grigio i quattro colori selezionati.

Summary

Although an early and influential review led to the often-cited conclusion that color vision is rare among mammals, more recent findings suggest that it is actually widespread. According to Jacobs (1993, 2004), all non-nocturnal mammalian species that have been adequately examined show some color vision capacity, although the degree varies enormously. Data on the presence and characteristics of color vision in the horse, however, remain sparse (and almost none in the case of ponies).

Eight Caspian pony (four mares and four stallions) were presented with a series of two-choice color vs. grey discrimination problems. Experiments were performed in a box of 3 x 3 meter containing a wall with two translucent panels that were illuminated from behind by light projected through color or grey filters to provide the discriminative stimuli. Ponies were first adopted to the stall (box) with two panels in it and then learned to push one of the panels in order to receive the food rewards behind the positive stimuli in an achromatic light-dark discrimination task, and were then tested on their ability to discriminate between grey and four individual color: red (617 nm.), yellow (581 nm.), green (538 nm.) and blue (470 nm.).

The criterion for learning was set at 85% correct response, and final testing for all color vs. grey discrimination involved grey of varying intensities, making brightness an irrelevant cue. All ponies were tested with all four colors vs. grey discriminations. Except 2 of animals, the rest of the ponies successfully reached the criterion for learning blue color vs. grey discrimination. Only 2 ponies reached the criterion for learning green color vs. grey discrimination. Except 2 ponies none of the ponies reached the criterion for discriminating red and yellow vs. grey (respectively). The conclusion is that ponies can discriminate between the four selected color vs. grey.

INTRODUZIONE

Benché un primo influente lavoro (Brian, T., e Todd, M., 2001., Walls, 1942) avesse portato alla conclusione, spesso citata, secondo cui la visione dei colori è rara fra i mammiferi, riscontri più recenti suggeriscono che in realtà sia ampiamente diffusa. Secondo Jacobs (1993), tutte le specie di mammiferi non notturni che sono state adeguatamente esaminate hanno dimostrato una certa capacità di visione del colore, sebbene in misura enormemente variabile. I dati sulla presenza e sulle caratteristiche della visione del colore nel cavallo, tuttavia, restano sporadici (e quasi del tutto assenti nel caso dei pony Caspian).

Grizmek (1952) ha studiato la visione del colore in due fattrici, di 4 e 6 anni di età, utilizzando un paradigma di discriminazione strumentale. I suoi stimoli erano rappresentati da carte colorate fissate a scatole che contenevano avena come ricompensa per la scelta corretta. Questo autore giunse alla conclusione che i soggetti da lui esaminati erano in grado di vedere i colori e non semplicemente di distinguere varie sfumature di grigio.

Popov (1956) ha segnalato una varietà di dimostrazioni delle capacità degli equini di discriminare fra differenti stimoli condizionati visivi ed uditivi in un condizionamento classico di risposta di retrazione dell'arto, riportando anche una breve descrizione di una dimostrazione in cui un cavallo è risultato in grado di rispondere in modo differente alla luce verde, rossa, gialla e violetta proiettata su uno schermo.

Alla luce dell'assenza di dati sulla capacità di discriminazione cromatica del pony Caspian, della discrepanza fra i riscontri e della inconcludenza della maggior parte degli studi recenti, si è ritenuto che fossero necessarie ulteriori indagini. Il presente studio è stato pianificato in modo da esaminare la visione del colore secondo un paradigma di discriminazione strumentale utilizzando la trasmissione della luce attraverso filtri come stimoli discriminanti e con un appropriato controllo della luminosità. Per quanto è a conoscenza degli autori, questa è la prima segnalazione sulla discriminazione del colore nel pony Caspian.

MATERIALI E METODI

Partecipanti

In totale, sono stati scelti per questo esperimento otto pony Caspian di entrambi i sessi (quattro per ciascuno) di età compresa fra 4 e 16 anni (Tabella 1). I cavalli sono stati preventivamente sottoposti ad un controllo volto ad evidenziare ogni eventuale anomalia oculare (sia macroscopicamente che utilizzando l'esame oftalmoscopico diretto). Tutti gli animali hanno iniziato l'addestramento pre-test, ma una femmina è stata eliminata a causa di una lesione traumatica all'occhio verificatasi durante questa fase di preparazione. I restanti sette pony hanno iniziato l'addestramento preliminare di discriminazione luce-buio e sono stati successivamente avviati all'addestramento alla discriminazione del colore (Tabella 2). I cavalli sono stati ricoverati in paddock (due ciascuno) di 3,5 x 4,5 metri ed alimentati con una formulazione di pellet di erba medica tre volte al giorno, con acqua disponibile *ad libitum*. Nei giorni del test, i pony si trovavano nel loro normale programma di allenamento, ma non sono stati fatti lavorare.

INTRODUCTION

Although an early and influential review (Brian, T., and Todd, M., 2001., Walls, 1942) led to the often-cited conclusion that color vision is rare among mammals, more recent findings suggest that it is actually widespread. According to Jacobs (1993), all non-nocturnal mammalian species that have been adequately examined show some color vision capacity, although the degree varies enormously. Data on the presence and characteristics of color vision in the horse, however, remain sparse and none in the case of Caspian Pony.

Grizmek (1952) investigated color vision in two mares, 4 and 6 year of age, in an instrumental discrimination paradigm. His stimuli were colored cards attached to boxes that contained oats as a reward for the correct choice. He concluded that his subjects could see color and not merely different shades of grey.

Popov (1956) described a variety of demonstrations of horse's abilities to discriminate between different visual and auditory conditioned stimuli in a classical conditioning of a leg withdrawal response, including a brief report of a demonstration that one horse was able to respond differently to red, green, yellow and violet light projected on a screen.

In light of no data on Caspian Pony color discrimination ability, the discrepancy between findings, and the inconclusiveness of the most recent study, further investigation seemed warranted. The present study was designed to explore color vision in an instrumental discrimination paradigm with light transmitted through filters as discriminative stimuli and proper control for brightness. To the authors' knowledge, this study is the first report on the color discrimination in the Caspian pony.

MATERIALS AND METHODS

Participants

*A total of eight Caspian ponies of both sex (4 each) with the age range between 4-16 years old were selected for this experiment (Table 1). The ponies were pre-checked for any abnormalities in the eyes (both grossly and using direct ophthalmoscopic examination). All ponies began the pre-test training, but one mare pony was eliminated due to traumatic injury to the eye during the pre-test training. The remaining 7 ponies began the preliminary light-dark discrimination training and were used as subjects for color discrimination training (Table 2). The ponies were housed in four (two each) 3.5 x 4.5 meter paddock and fed the formulated alfa alfa pellets three times a day with water available *ad libitum*. The ponies were in their regular training program, but were not exercised on the test days.*

Apparatus

The ponies were tested in a modified designed stall (Fig. 1) measuring 3.5 m x 3.5 m x 2 m (high). The floor of the box (stall) was concrete cover with wood shavings,

Tabella 1

Razza, età, sesso e classificazione lavorativa di tutti i soggetti

| Pony | Razza | Età | Sesso | Tipo di lavoro |
|-------|---------|-------|----------|----------------|
| No. 1 | Caspian | 5 A | Fattrice | Lavoro leggero |
| No. 2 | Caspian | 8.5 A | Fattrice | Lavoro leggero |
| No. 3 | Caspian | 12 A | Fattrice | Lavoro leggero |
| No. 4 | Caspian | 16 A | Stallone | Lavoro leggero |
| No. 5 | Caspian | 11 A | Stallone | Lavoro leggero |
| No. 6 | Caspian | 9 A | Stallone | Lavoro leggero |
| No. 7 | Caspian | 5 A | Stallone | Lavoro leggero |

Table 1

Breed, age, sex and work classification of all subjects

| Pony | Breed | Age | Sex | Type of work |
|-------|---------|-------|----------|--------------|
| No. 1 | Caspian | 5 Y | Mare | Light work |
| No. 2 | Caspian | 8.5 Y | Mare | Light work |
| No. 3 | Caspian | 12 Y | Mare | Light work |
| No. 4 | Caspian | 16 Y | Stallion | Light work |
| No. 5 | Caspian | 11 Y | Stallion | Light work |
| No. 6 | Caspian | 9 Y | Stallion | Light work |
| No. 7 | Caspian | 5 Y | Stallion | Light work |

Attrezzature

I pony sono stati esaminati in un box appositamente progettato e modificato (Fig. 1) che misurava 3,5 m x 3,5 m x 2 m (altezza). Il pavimento del box era in cemento coperto da trucioli di legno e tre delle pareti erano realizzate con blocchi (coperti da tessuti di colore scuro). In una delle pareti si apriva una porta posteriore a spinta che permetteva di controllare l'ingresso al box dal paddock annesso.

L'apparato utilizzato per la prova è stato realizzato nella parete accanto alla porta posteriore. Nella parete, a 0,65 m dal suolo, a distanza di 1,10 m ed a 0,6 m dalla parete e 0,65 m dalla porta a spinta sono stati collocati due pannelli, utilizzati come stimoli, di 0,75 m x 0,75 m. Questi pannelli erano incardinati alla sommità ed oscillavano verso l'interno, in direzione opposta ai pony, quando questi spingevano contro di essi con il naso, consentivano agli animali di accedere ad un secchio di cibo montato appena dietro il bordo inferiore di ciascun pannello. I due pannelli stimolatori erano realizzati con fogli di plastica trasparente ed erano illuminati dal box opposto mediante due proiettori (2000 W). I colori venivano presentati servendosi di pellicole di gelatina plastica, standardizzate per le caratteristiche spettrali e la trasmittanza totale, facilmente intercambiabili davanti a ciascun pannello. I quattro colori utilizzati erano il rosso (617 nm), il giallo (581 nm), il verde (538 nm) e il blu (470 nm).

Le lunghezze d'onda sono state misurate dal Light laboratory del Physics Department of the Sharif University of Technology (Tehran). Il filtro grigio è stato utilizzato in modo da ottenere uno stimolo non colorato, al fine di evitare l'effetto confondente delle sfumature e della luminosità.

PROCEDURA

Adattamento e preaddestramento: Durante un periodo di addestramento pre-test della durata di due giorni, i pony sono stati abituati al box di prova ed addestrati a mangiare attraverso i pannelli destinati a fungere da stimoli. Al primo giorno di adattamento, il box di prova era completamente aperto ed i pony venivano lasciati muovere liberamente in modo da imparare ad andare verso i pannelli e mangiare da ciascuno di essi. I secchi del cibo erano posti dietro i pannelli durante la presentazione del pony nel box.



FIGURA 1 - Schema di modificazione del ricovero. Nella parete adiacente al box di proiezione sono state realizzate due finestre da 75x75 cm. Il secchio sotto il filtro colorato contiene il cibo, quello sotto il filtro grigio è vuoto.

FIGURE 1 - Modified designed stall. Two 75x75 cm windows installed in the wall adjacent to the projection box (Stall).

and three of the walls were made from blocks (covered with dark clothing). One of the walls contained a push back door that allowed controlled entrance to the box from the adjoining paddock.

The testing apparatus has built into the wall adjacent to the push back door. Two 0.75 m x 0.75 m stimulus panels were positioned in the wall 0.65 m from the ground, 1.10 m apart and 0.6 m from the wall and 0.65 m from the push back door. These panels were hinged at the top and swung inward, away from the pony, when the ponies pushed against the panels with its nose, allowing access to a food bowl mounted just behind the lower edge of each panel. The two stimulus panels were constructed of sheets of translucent plastic, and were illuminated from the opposite box (stall) by two projectors (2000 w). Colors were presented by use of gelatin plastic films, standardized for spectral and total transmittance that could be easily interchanged in front of each panels. The four color used were red (617 nm), yellow (581 nm), green (538 nm) and blue (470 nm).

The wavelengths were measured by the Light laboratory of the Physics Department of the Sharif University of

Questa procedura è stata ripetuta ogni mezz'ora per ciascun pony.

Nel giorno 2, i pannelli stimolatori sono stati coperti con semplici fogli di plastica, che i pony hanno imparato a spingere per mangiare dai secchi del cibo, sempre situati dietro ciascun pannello. Questa procedura è stata ripetuta più volte, abbassando gradualmente la copertura del pannello stimolatore man mano che i pony si abituavano all'apparato.

DISCRIMINAZIONE LUCE-BUIO

I pony sono stati divisi in due gruppi (uno di quattro e l'altro di tre, perché una fattrice era stata eliminata a causa del danno oculare) in modo da ottenere una ripartizione equilibrata.

A ciascun pony è stata dapprima insegnata una semplice discriminazione luce-buio per stabilire il quadro di base della risposta differenziale ad uno dei due stimoli. Quello luminoso era rappresentato da una luce acromatica (bianca), mentre quello buio era l'assenza di luce. Due pony di ciascun gruppo sono stati condizionati a considerare lo stimolo luce come stimolo positivo, mentre per gli altri due questa funzione era svolta dal buio. Se il pony era in grado di superare con successo il test di discriminazione, significava che l'errore commesso durante la valutazione del colore non avrebbe potuto essere attribuito ad un'incapacità di base di apprendere la discriminazione fra due scelte.

Prima di ciascun test, i pony sono stati tenuti a digiuno per 12 ore. La valutazione è stata eseguita principalmente nelle ore serali, per aumentare la visibilità degli stimoli.

Prima di ogni prova, un assistente preparava gli stimoli e le ricompense da dietro il pannello, mentre il conduttore o un altro assistente facevano ruotare i pony intorno al paddock fra una prova e l'altra. Per eliminare l'odore come possibile indizio, prima di ciascuna prova è stato spruzzato un leggero deodorante.

La posizione in cui i due stimoli sono stati presentati è stata fatta variare con un criterio di casualità fra le varie prove, con due vincoli: lo stimolo positivo (corretto) era presentato un ugual numero di volte nel pannello di sinistra e di destra nell'arco delle sessioni, e non era mai sullo stesso lato per più di quattro prove consecutive. Il criterio di discriminazione dell'apprendimento è stato fissato al valore dell'85% di risposte corrette.

PROVA DI DISCRIMINAZIONE DEL COLORE

Dopo che ciascun partecipante aveva raggiunto e superato il limite stabilito come valore soglia per il criterio di discriminazione luce-buio, si è iniziato l'addestramento alla discriminazione del colore, utilizzando la stessa procedura. Lo stimolo consisteva nell'illuminare un pannello attraverso un filtro colorato e l'altro attraverso un filtro grigio.

Sono state eseguite dieci prove per ciascun pony e per ciascun colore (quaranta prove per ciascun pony per quattro colori); ogni volta che un animale risultava in grado di distinguere un dato colore dal grigio arrivando al limite dell'85% o più, l'esito veniva considerato come discriminazione positiva, mentre se la percentuale era inferiore all'85%, veniva considerata negativa.

Technology (Tehran). The grey filter was used to provide non-color stimuli in order to prevent confounding of the hue and the brightness.

PROCEDURE

Adaptation and pre-training: During a 2 days pre test training period, the ponies were habituated to the testing box and trained to eat from the test panels. On the first day of adaptation, the test box was wide open and the ponies were allowed to move around and learn to go towards the panels and eat from each panel. The food bowls were provided behind the panels during the pony's presentation in the box. This procedure was repeated every half an hour for each pony.

On day 2, the stimulus panels were covered with simple plastic and the ponies were learned to push the plastic covering of the panel and eat from the food bowls, already behind each panel. This procedure was repeated several times, with the stimulus panels covering gradually lowered as the ponies accepted the apparatus.

LIGHT-DARK DISCRIMINATION

Ponies were divided in to two groups (one group 4 ponies, and the other group 3 ponies, because one mare pony was eliminated due to eye injury) for counter balancing. Each pony was first taught a simple light-dark discrimination order to establish the basic pattern of responding differential to one of the two stimuli. The light stimulus was an achromatic (white) light and the dark stimulus was no light. Two ponies from each group were conditioned to the light stimulus as the positive stimulus and the remaining two ponies were conditioned to the dark stimulus as positive. If the pony could successfully perform the discrimination test, then error committed during color testing could not be attributed to a basic inability to learn two-choice discrimination.

The ponies were fasted for 12 hours before each test. The test was performed mostly at the evening time, to increase visibility of the stimuli.

Before each trial, an assistant prepared the stimuli and reward from behind the panel, while the handler or other assistant turned the ponies around in the paddock between trials. To eliminate the odor as a cue a light deodorant was sprayed before each trial.

The position in which the two stimuli were presented was varied randomly over trials, with two constraints; the positive (correct) stimulus was presented an equal number of times on the left and right panels over the sessions, and was never on the same side for more than four consecutive trials. The criterion for discrimination learning was set at 85% correct responses.

COLOR-DISCRIMINATION TRAINING

After each participant reached criterion on light-dark discrimination, color discrimination training began using

Tabella 2

Percentuale di risposte corrette alla discriminazione luce-buio

| Soggetto | Stimolo positivo | Sessione 1 | Sessione 2 |
|----------|------------------|------------|------------|
| No. 1 | Luce | 61 | 88 |
| No. 2 | Luce | 75 | 86 |
| No. 3 | Luce | 58 | 89 |
| No. 4 | Buio | 59 | 91 |
| No. 5 | Buio | 72 | 94 |
| No. 6 | Buio | 63 | 89 |
| No. 7 | Buio | 76 | 86 |

Table 2

Percentage of correct response on light-dark discrimination

| Subject | Positive stimulus | Session 1 | Session 2 |
|---------|-------------------|-----------|-----------|
| No. 1 | Light | 61 | 88 |
| No. 2 | Light | 75 | 86 |
| No. 3 | Light | 58 | 89 |
| No. 4 | Dark | 59 | 91 |
| No. 5 | Dark | 72 | 94 |
| No. 6 | Dark | 63 | 89 |
| No. 7 | Dark | 76 | 86 |

RISULTATI

Il rendimento di tutti i soggetti nella discriminazione preliminare luce-buio viene riassunto nella Tabella 2. I pony che hanno soddisfatto il criterio dell'85% ci riuscirono al giorno 2 (sessione 2) dell'esperimento.

I grafici mostrano i dati di ciascun pony per ciascun colore, con la percentuale corretta per ciascuna sessione proiettata sull'asse delle y ed il numero di prove sull'asse delle x. I grafici vengono presentati nell'ordine in cui i colori sono stati utilizzati per il pony in esame.

BLU E GRIGIO

Tutti i pony hanno imparato a superare questa prova senza grandi difficoltà e presto si sono avute dieci prove consecutive al di sopra dell'85% di risposte corrette (fatta eccezione per il pony n° 6, che era al 52,5%, e per il n° 7, che era al 71,6%), anche quando era la prima condizione che sperimentavano (Tabella 3, Figura 7).

VERDE E GRIGIO

Fatta eccezione per il pony numero 7 (Tabella 3, Fig. 8) ed il numero 5 (Tabella 3, Fig. 6), che hanno superato il livello del criterio con un valore (rispettivamente) del 98,8% e dell'89,1%, nessuno degli animali ha raggiunto il valore

the same procedure. Stimulus consisted of one illuminated through a colored filter and another panel illuminated through a grey filter.

Ten trials for each pony for each color (40 trials for each pony for four color) were performed and when each pony discriminated the respective color from grey and reached the criterion of 85% or more, it was proposed as positive discrimination, but if the discrimination percentage was below 85% it was marked as negative discrimination.

RESULTS

The performance of all subjects on the preliminary light-dark discrimination is summarized in Table 2. The ponies which met the criterion level of 85% did so on the day two (session 2) of the experiment.

The graphs shows each pony's data from each color with percent correct for each session plotted on the Y-axis and trial number on the X-axis. The graphs are presented in the order the colors were used for that pony.

BLUE VS. GREY

All ponies learned this task reasonably and soon had ten consecutive trials above 85% correct (except pony

Tabella 3

Percentuale di risposte di discriminazione corrette per i pony utilizzati in questo esperimento

| Pony | Blu | Verde | Rosso | Giallo |
|-------|------|-------|-------|--------|
| No. 1 | 85,2 | 68,8 | 70 | 67,6 |
| No. 2 | 96,7 | 56,7 | 59,1 | 49,7 |
| No. 3 | 85,8 | 79,4 | 69,4 | 79,4 |
| No. 4 | 97,9 | 69,1 | 80 | 88,8 |
| No. 5 | 88,2 | 89,1 | 80 | 68,5 |
| No. 6 | 52,5 | 69,1 | 86,4 | 58,2 |
| No. 7 | 71,6 | 98,8 | 69,1 | 78,8 |

Table 3

Percentage of correct response to discrimination for Ponies used in this experiment

| Pony | Blue | Green | Red | Yellow |
|-------|------|-------|------|--------|
| No. 1 | 85.2 | 68.8 | 70 | 67.6 |
| No. 2 | 96.7 | 56.7 | 59.1 | 49.7 |
| No. 3 | 85.8 | 79.4 | 69.4 | 79.4 |
| No. 4 | 97.9 | 69.1 | 80 | 88.8 |
| No. 5 | 88.2 | 89.1 | 80 | 68.5 |
| No. 6 | 52.5 | 69.1 | 86.4 | 58.2 |
| No. 7 | 71.6 | 98.8 | 69.1 | 78.8 |

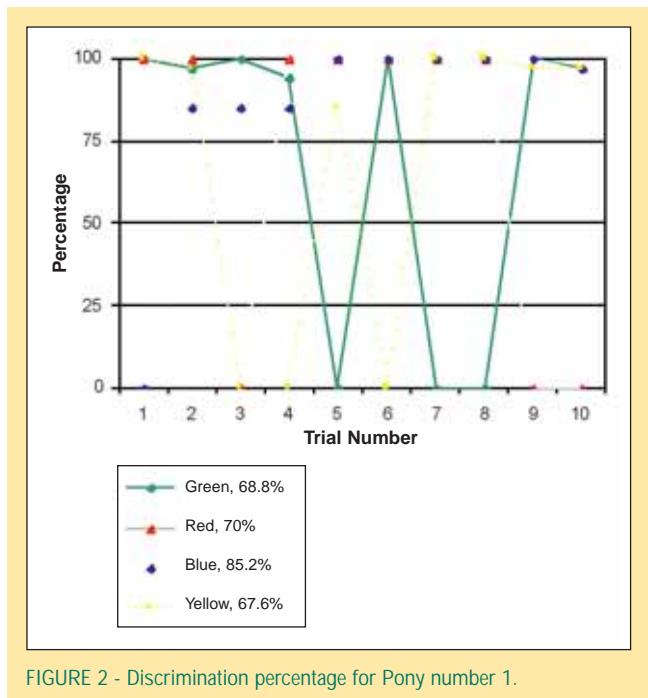
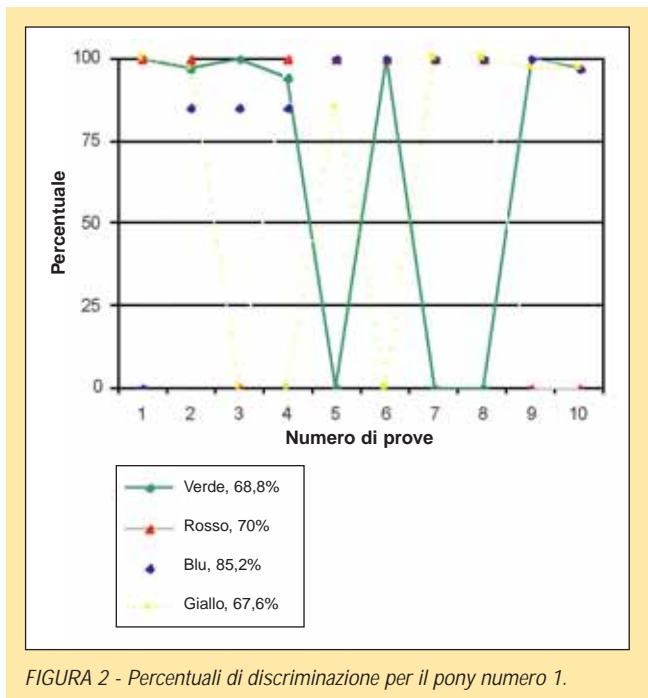


FIGURA 2 - Percentuali di discriminazione per il pony numero 1.

FIGURE 2 - Discrimination percentage for Pony number 1.

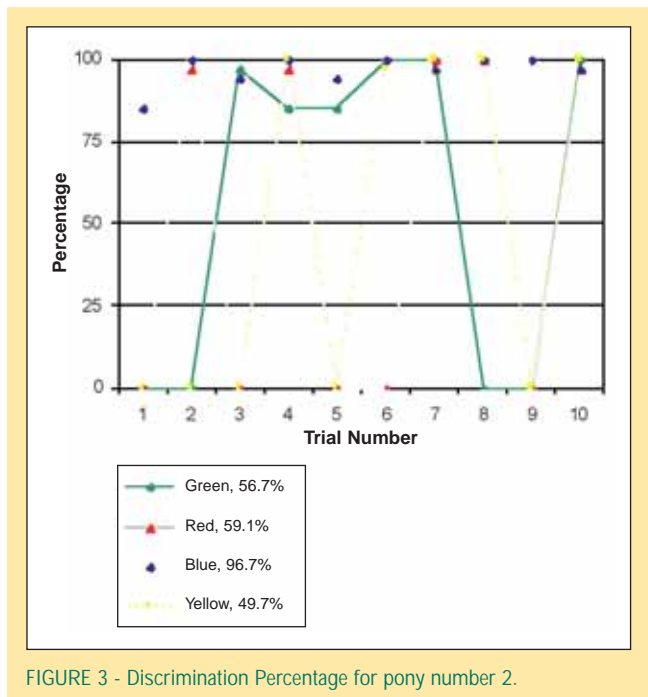
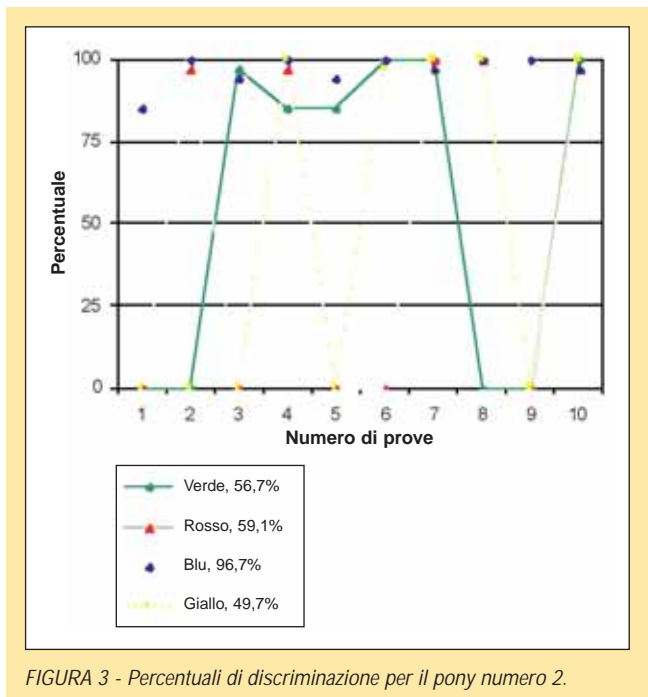


FIGURA 3 - Percentuali di discriminazione per il pony numero 2.

FIGURE 3 - Discrimination Percentage for pony number 2.

soglia. Il pony numero 3, con il 79,4% (Tabella 3, Fig. 4) di risposte corrette, si è avvicinato al limite, ma comunque non è riuscito ad effettuare questa discriminazione bene come quella fra il blu ed il grigio (85,8% in questo caso). I pony numero 1, 2, 4 e 6, con una percentuale di discriminazione (rispettivamente) del 68,8%, 56,7%, 69,1% e 69,1%, non sono riusciti a raggiungere il limite (Tabella 3, Figg. 1, 2, 4, e 6).

ROSSO E GRIGIO

Fatta eccezione per il pony numero 6, con l'86,4% di percentuale di discriminazione (Tabella 3, Fig. 7), nessuno

number 6 which was 52.5% and pony number 7 which was 71.6%), even when it was the first condition they experienced (Table 3, Fig. 7).

GREEN VS. GREY

Except pony number 7 (Table 3, Fig. 8) and pony number 5 (Table 3, Fig. 6) which with 98.8% and 89.1% (respectively) crossed the criterion level, none of the ponies reached the criterion level. Pony number 3 with 79.4% (Table 3, Fig. 4) correct response got closed to the crite-

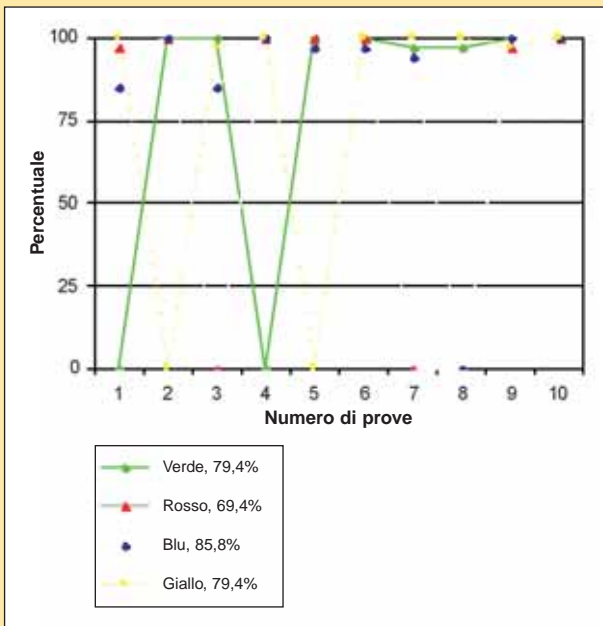


FIGURA 4 - Percentuali di discriminazione per il pony numero 3.

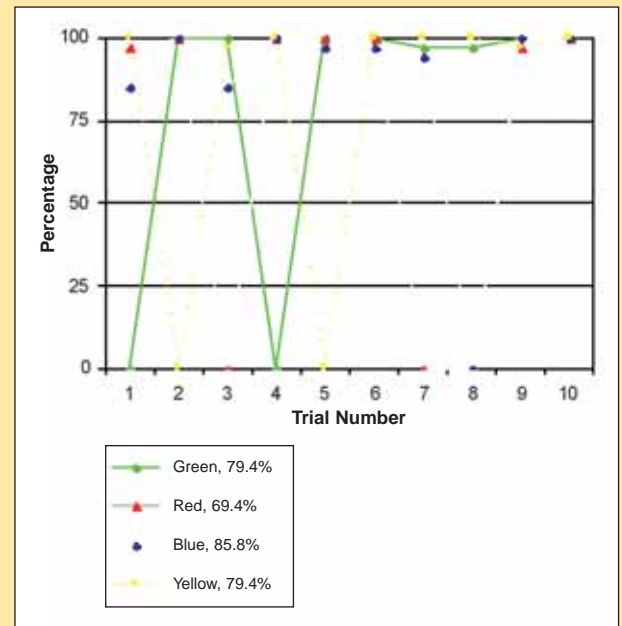


FIGURE 4 - Discrimination percentage for pony number 3.

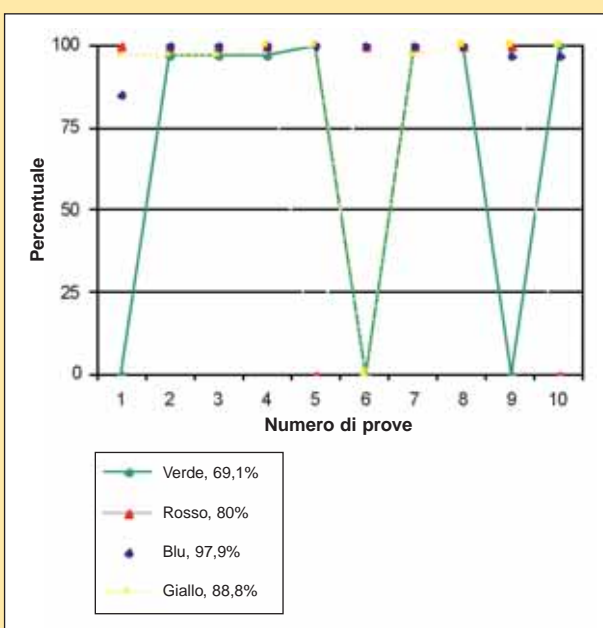


FIGURA 5 - Percentuali di discriminazione per il pony numero 4.

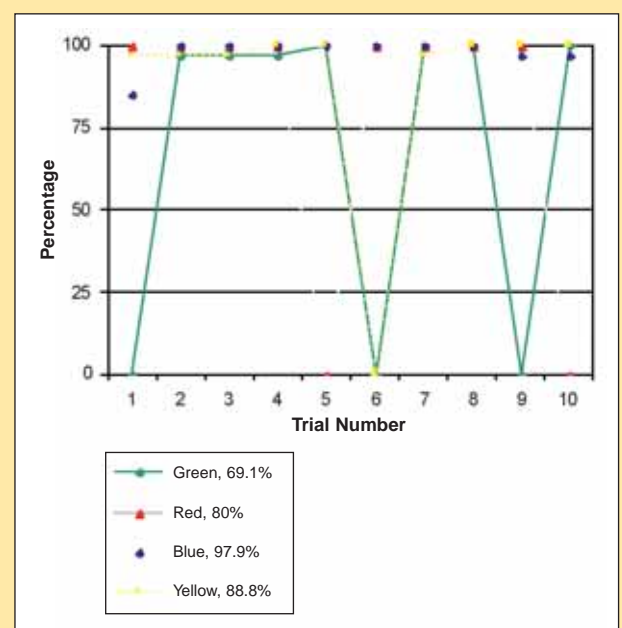


FIGURE 5 - Discrimination percentage for pony number 4.

dei pony è riuscito ad arrivare al di sopra dell'80% di risposte corrette. La percentuale di discriminazione per i pony numero 1, 2, 3 e 7 era rispettivamente del 70%, 59,1%, 69,4% e 69,1% (Tabella 3, Figg. 2, 3, 4 e 8). I numeri 4 e 5, con una percentuale di discriminazione dell'80%, si sono avvicinati al criterio (Tabella 3, Figg. 5 e 6), ma comunque non sono riusciti ad effettuare la discriminazione bene come quella fra il blu e il grigio.

GIALLO E GRIGIO

La percentuale di discriminazione media per questo colore era del 71% circa (al di sotto del livello del criterio!). Il

... but once again she could not make this discrimination as well as she had blue vs. grey (85.8% in that case). Pony numbers 1, 2, 4 and 6 with 68.8, 56.7, 69.1 and 69.1% discrimination rate (respectively) could not reach the criterion level (Table 3, Figs. 1, 2, 4, and 6).

RED VS. GREY

Except pony number 6 with 86.4% discrimination rate (Table 3, Fig. 7) none of the ponies managed to reach above 80% correct response.

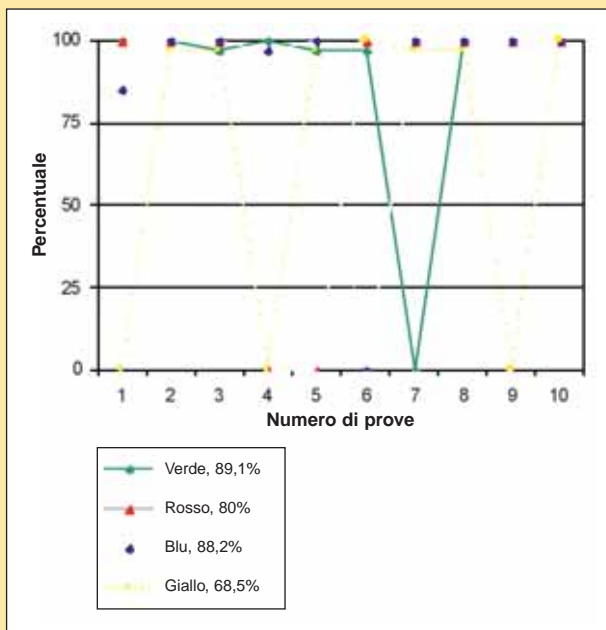


FIGURA 6 - Percentuali di discriminazione per il pony numero 5.

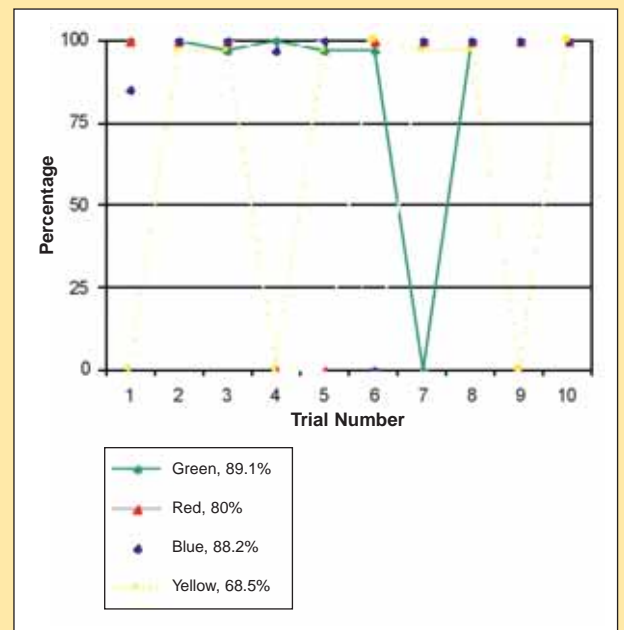


FIGURE 6 - Discrimination percentage for pony number 5.

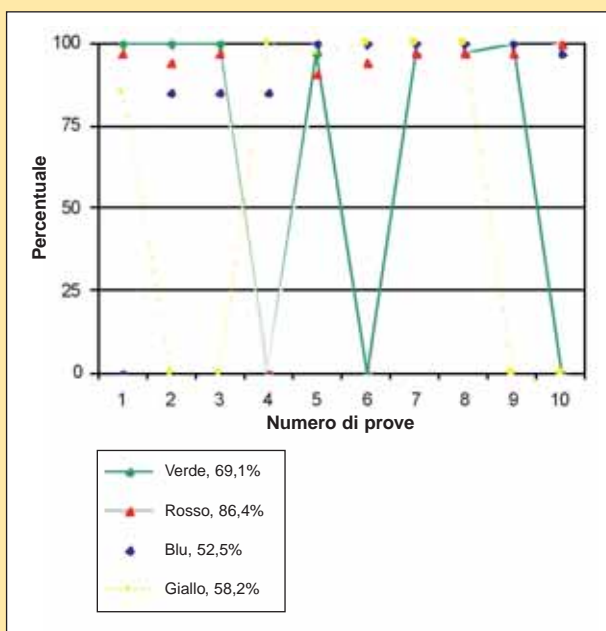


FIGURA 7 - Percentuali di discriminazione per il pony numero 6.

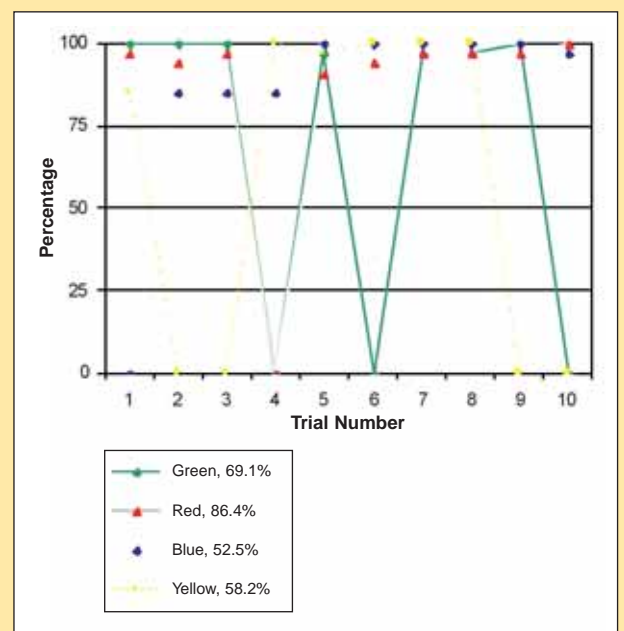


FIGURE 7 - Discrimination percentage for pony number 6.

pony numero 4, con un valore dell'88,8%, ha superato il limite (Tabella 3, Fig. 5), i pony numero 3 e 7 (79,4% e 78,8% di percentuale di discriminazione) si sono avvicinati, dimostrando di essere in grado di superare la prova in una certa misura (Tabella 3, Figg. 4 e 8), ma non sono riusciti ad effettuare questa discriminazione con la stessa facilità con cui avevano distinto il blu dal grigio. Il resto dei pony non è riuscito ad andare oltre la percentuale di discriminazione del 70%.

DISCUSSIONE

Conoscere i differenti aspetti della visione dei cavalli e dei pony è importante per varie ragioni. La visione croma-

The discrimination rate for pony numbers 1, 2, 3 and 7 were 70%, 59.1%, 69.4% and 69.1% respectively (Table 3, Figs. 2, 3, 4 and 8). Pony number 4 and 5 with 80% discrimination rate got close to the criterion (Table 3, Figs. 5 and 6), but once again they could not discriminate as good as they had blue vs. grey.

YELLOW VS. GREY

The average discrimination percentage for this color was about 71% (below the criterion level!). Pony num-

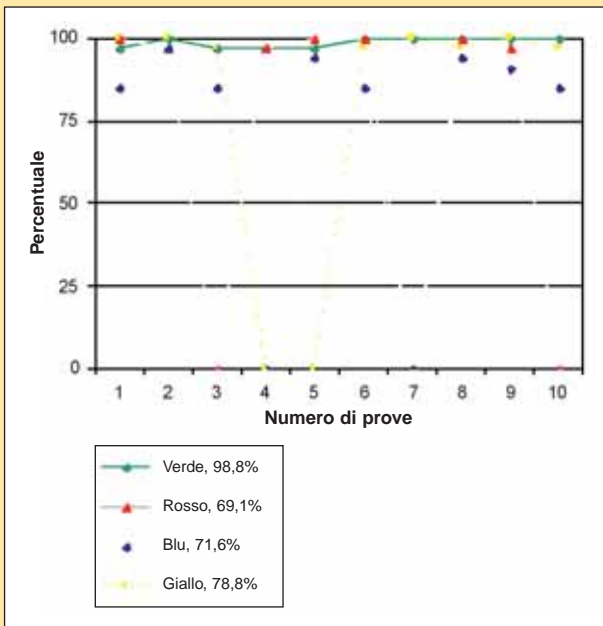


FIGURA 8 - Percentuali di discriminazione per il pony numero 7.

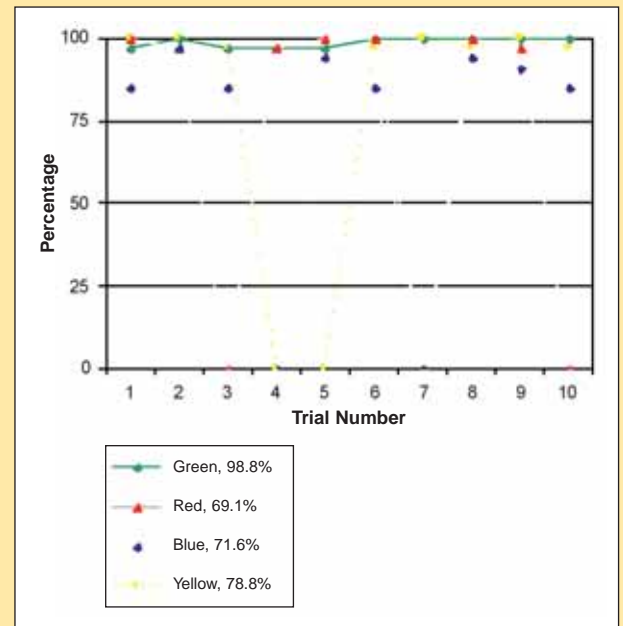


FIGURE 8 - Discrimination percentage for pony number 7.

tica, essendo una parte considerevole della vista, potrebbe avere importanza critica per i progettisti dei ricoveri degli equini, nonché per clinici, allenatori e proprietari.

Benché alcune indagini abbiano evidenziato una visione bicromatica dei colori nel cavallo (Grizmek, 1952; Macuda e Timney, 1999; Smith e Goldman, 1999; Carroll *et al.*, 2001; Miller e Murphy, 2005), questo è il primo lavoro che ha rivelato la capacità del pony Caspian di vedere i colori. È stato dimostrato che questo equino, come il cavallo, è in grado di discriminare quattro specifiche tonalità di base - il blu, il verde, il giallo ed il rosso - distinguendole in misura variabile dal grigio.

Gli occhi del cavallo, come quelli della maggior parte dei mammiferi, sono in grado di rilevare fotoni dello spettro elettromagnetico compreso fra 380 e 760 nm con una differente sensibilità nei confronti di alcune particolari lunghezze d'onda (Ver Hoeve *et al.*, 1999; Jacobs, 2004).

Il rapporto fra i fotorecettori dei coni e dei bastoncelli nella retina del cavallo è di circa 20:1 (Wounters e Moore, 1979). È stato stabilito che i cavalli possiedono una visione dei colori bicromatica con due tipi di coni: uno sensibile alla lunghezza d'onda breve (blu), con un picco di sensibilità di circa 428 nm, ed uno sensibile alla lunghezza d'onda media, con un picco di sensibilità intorno a 540 nm, che risulta compresa fra i coni del rosso e del verde dell'uomo (Carroll *et al.*, 2001; Miller e Murphy, 2005; Hall *et al.*, 2006). I mammiferi, come gli equini, con una simile visione bicromatica in confronto a quelli con una vista tricromatica, possono facilmente riconoscere i predatori con un mantello di colore corrispondente a quello dello sfondo. Quindi, questa caratteristica può conferire al cavallo un vantaggio per la sopravvivenza (Miller e Murphy, 2005).

È stato rilevato che i pony numero 6 e 7 potrebbero non aver discriminato il blu dal grigio. Solo i pony numero 5 e 7 sono riusciti a differenziare il verde dal grigio, mentre altri cinque soggetti non sono stati in grado di arrivare al valore soglia stabilito come criterio (85%). Inoltre, fatta ec-

ber 4 with 88.8% discrimination rate crossed the criterion level (Table 3, Fig. 5), pony number 3 and 7 (79.4% and 78.8% discrimination rate) got close, showing they could do the task to some extent (Table 3, Figs. 4 and 8), but they could not make this discrimination as easily as they had blue vs. grey. The rest of the ponies could not cross more than 70% discrimination rate.

DISCUSSION

An understanding of different aspects of equine as well as pony vision is important for various reasons. Color vision, as a considerable visual part, could be critical for equine house designers, practitioners, trainers and owners.

*Although some investigations have shown dichromatic color vision in horse (Grizmek, 1952; Macuda and Timney, 1999; Smith and Goldman, 1999; Carroll *et al.*, 2001; Miller and Murphy, 2005), this is the first report that revealed the ability of the Caspian pony in color vision. It was shown that Caspian pony, like horse, can discriminate four basic unique hues- blue, green, yellow, and red - from grey with different extent.*

*The eyes of the horse, similar to the most mammals, are capable of detecting photos in the electromagnetic spectrum between 380 and 760 nm with different sensitivity to some particular wavelengths (Ver Hoeve *et al.*, 1999; Jacobs, 2004).*

*The ratio of rod to cone photoreceptors in horse's retina is approximately 20 to 1 (Wounters and Moore, 1979). It has been established that horses have dichromatic color vision with two cone types: a short-wavelength sensitive (blue) cone with a peak sensitivity of approximately 428 nm and a second middle-long-wavelength sensitive cone with a peak sensitivity around 540 nm, which is between the human red and green cones (Carroll *et al.*, 2001; Miller and Murphy, 2005; Hall *et al.*, 2006). Mammals, like*

cezione per il pony numero 6, nessuno è stato in grado di distinguere il rosso dal grigio e solo il pony numero 4 ha potuto differenziare il giallo dal grigio. Nell'insieme, tutti e 7 i soggetti sono stati capaci di discriminare almeno un colore dal grigio.

Benché Grizmek (1952) abbia riferito che i cavalli imparavano più facilmente le discriminazioni che coinvolgevano il giallo ed il verde, gli animali esaminati hanno trovato difficoltà con il blu ed avevano le massime difficoltà con il rosso. Il risultato del presente studio ha dimostrato che i soggetti imparavano la discriminazione del blu dal grigio più facilmente (in contrasto con i riscontri di Grizmek). Tuttavia, questo esito è in accordo con i risultati di Carroll *et al.* (2001) e di Miller e Murphy (2005). Inoltre, è stato stabilito che la retina del cavallo possiede un gruppo di coni sensibili alle lunghezze d'onda brevi (blu) che permettono agli equini di vedere più facilmente questo colore.

È stato anche riscontrato che i pony trovavano maggiori difficoltà a distinguere il rosso ed il giallo dal grigio. Inoltre, i soggetti numero 1, 2, 3 e 4 non sono stati in grado di differenziare il verde ed il rosso dal grigio. Si crede che il cavallo abbia una forma di cecità ai colori e veda soltanto il verde, il giallo, il blu ed il grigio. Inoltre, l'esistenza di differenti sottotipi della stessa classe di coni suggerisce che anche all'interno della stessa specie possano esistere sostanziali differenze nella percezione dei colori fra individui con una visione normale. Quindi, alcuni cavalli riescono a distinguere alcune delle lunghezze d'onda medie che all'uomo appaiono verdi o gialle, mentre altri no (Carroll *et al.*, 2001; Miller e Murphy, 2005, Hanggi *et al.*, 2007). Quindi, sembra che la capacità dei pony Caspian di discriminare le lunghezze d'onda medie e quelle brevi sia simile a quella del cavallo, per cui probabilmente questi animali hanno gli stessi due differenti coni nella retina. Infine, non va dimenticato che la visione dei colori non è solo il risultato dell'interazione fisica dei fotoni con i fotopigmenti dei coni, ma anche un'esperienza sensoriale, cognitiva e psicologica che si sviluppa a livello del sistema nervoso centrale ed influisce sulla percezione delle differenti tonalità cromatiche. I presenti riscontri forniscono quindi la prova della visione dei colori nel pony Caspian, che è in grado di rispondere in modo differente al blu, al verde, al giallo ed al rosso in confronto al grigio.

CONCLUSIONE

Allora, qual è la risposta alla domanda "I pony vedono i colori?" La risposta è sì, sono in grado di vedere in modo definito le differenze fra blu, verde, rosso e giallo. Possono distinguere più facilmente il blu dal grigio, in una certa misura il verde ed il rosso, mentre trovano molte più difficoltà a distinguere il giallo dal grigio.

Saranno ora necessarie maggiori ricerche per rispondere alla nuova domanda che questo lavoro ha suscitato: i pony sono in grado di distinguere fra loro i vari colori?

Parole chiave

Colore, discriminazione, pony Caspian.

horse, with such a dichromatic vision, in compare with trichromatic ones, can easily recognize predators which their coat color match with background. So, it may confer a survival advantage to the horse (Miller and Murphy, 2005).

It has been detected that ponies number 6 and 7, could not discriminate blue from grey. Only ponies number 5 and 7 could differentiate green from grey whereas other five subjects could not reach the criterion (85%). Also, except pony number 6, none of the subjects could detect red from grey and only pony number 4 could differentiate yellow from grey. Altogether, all seven subjects could discriminate at least one color from grey.

*Although Grizmek (1952) reported that horses learned the discrimination involving yellow and green most easily, they experienced difficulty with blue and had the most difficulty with red. The result of the present study showed that the subjects learned the discrimination of blue from grey most easily (in contrast with the Grizmek's findings). However, this result is in agreement with Carroll *et al.* (2001) and Miller and Murphy's results (2005). Furthermore, it has been established that the retina of the horse has a group of short-wavelength sensitive (blue) cones which enable the horses to see blue color more easily.*

*It was also found that the ponies had more difficulty detecting red and yellow from grey. In addition, ponies number 1, 2, 3 and 4 were not able to differentiate green and red from grey. The horse is believed to have a form of color blindness and sees only green, yellow, blue and grey. Moreover, different subtypes of the same class of cone suggests that even within the same species, there may be substantial differences in color perception among individuals with normal vision. So, some horses can and others cannot discriminate some of the middle wavelengths which appear green or yellow to human (Carroll *et al.*, 2001; Miller and Murphy, 2005, Hanggi *et al.*, 2007). So, it seems the ability of Caspian ponies in discriminating the middle wavelengths as well as short wavelength similar to that of the horse, they probably have the same two different cones in their retina.*

Finally, it is not noteworthy that color vision is not only the result of the physical interaction of photons with cone photopigments but also a cognitive and psychological sensory experience in the central nervous system affect perceiving different colors.

The present findings thus provide evidence for color vision in Caspian pony, which can respond differently to blue, green, yellow and red vs. grey.

CONCLUSION

So what is the answer to this question; do the ponies see color? The answer is yes, they could definitely see the differences between blue, green, red and yellow. They can tell blue from grey most easily, green and red to some extent but they find much more difficult to tell yellow from grey.

More research is now needed to answer the question this work has raised. Can ponies tell various colors apart?

Bibliografia/References

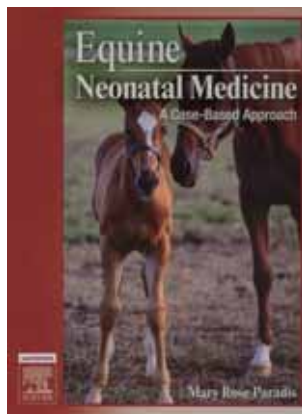
1. Brian T., Todd M., 2001. Vision and hearing in horses. JAVMA. 218(10), 1567-1574.
2. Carroll, J., Murphy, C.J., Neitz, M., Ver Hoeve, J., Neitz, J., 2001. Photopigment basis for dichromatic color vision in the horse. J. of Vision. 1, 80-87.
3. Grizmek, B., 1952. Versuche uber das farbsehen von Pflanzeseem: I. Das farbige sehen (und die Sehescharfe) von Pferden. Z. Tierpsychol. 9, 23-29.
4. Hall, C.A., Cassaday, H.J., Vincent, C.J., Demington, A.M., 2006. Cone excitation ratio correlate with color discrimination performance in the horse (equus caballus). J. Comp. Psychol. 120 (4) 438-448.
5. Hammel, T., Klamb, T.C., 2006. Eye development random precision in color vision. Curr. Biol. 16 (10): R 361-363.
6. Hanggi, E.B., Ingerso, J.F., Waggoner, T.L., 2007 color vision in horses (equus caballus); deficiencies identified using a pseudoisochromatic plate test. J. Comp. Psychol. feb., 121 (1) 65-72.
7. Jacobs, G.H., 1993. The distribution and nature of color vision among the mammals. Biol. Rev. 68, 413-471.
8. Jacobs, G.H., 2004. Comparative color vision. The visual neurosciences Vol. 2. 962-973.
9. Macuda, T., Timney, B., 1999. Luminance and chromatic discrimination in the horse (Equus caballus). Behavioral Processes. 44, 301-307.
10. Miller, P.E., Murphy, C.J., 2005. Equine vision; Normal and abnormal. In: Gilger, B.C., Equine ophthalmology. Elsevier Saunders. 371-408.
11. Popov, N.F., 1956. Osobennosti vysshei nervnoi deyatelnosti loshadei. Zh. Vyssh. Nervn. Deyat. 6, 718-725.
12. Smith, S., Goldman, L., 1999. Color discrimination in horses. Applied Anim. Behavior Sci. 62, 13-25.
13. Ver Hoeve J, N., Neitz, J., Murphy, C.J., 1999. Horse sense: electrophysiologic measures of equine vision. Invest ophtalmol Vis Sci. 40:s22.
14. Wall, G.L., 1942. The vertebrate eye and its Adaptive Radiation. Cranbrook Institute of Science, Bloomfield Hills, MI.
15. Wouters, L., De Moore, A., 1979. Ultrastructure of the pigment epithelium and the photoreceptors in the retina of the horse. Am. J. Vet. Res. 40, 1066-1071.

Key words

Color, discrimination, Caspian pony.

EDIZIONI VETERINARIE

Per ordini e informazioni: Tel. 0372/403507 - Fax 0372/457091 - E-mail editoria@evsrl.it - www.evsrl.it

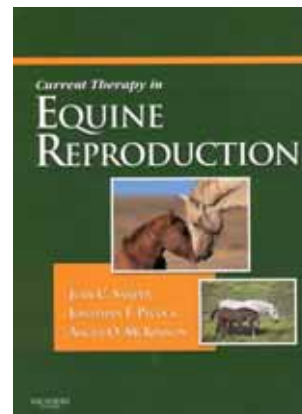


M.R. PARADIS

“Equine Neonatal Medicine A Case-Based Approach”

1^a ed. 2006 Elsevier Saunders

Listino € 86,95 • Scontato € 74,00



J.C. SAMPER

“Current Therapy in Equine Reproduction”

1^a ed. 2007 Elsevier Saunders

Listino € 115,00 • Scontato € 98,00