



**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ &
ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ,
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**



**Εξέλιξη της ταχύτητας στους γατόπαρδους
– πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα**



**Κωνσταντίνος Φειδάντσης
Βιολόγος – MSc, PhD**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το τσιτάχ – cheetah (*Acinonyx jubatus*) είναι ένα μεγάλο αιλουροειδές που εντοπίζεται στην Αφρική και στο κεντρικό Ιράν. Είναι το γρηγορότερο χερσαίο ζώο: εκτιμάται ότι μπορεί να τρέχει με ταχύτητα 80 έως 128 km / h (με τη μέση ταχύτητα να καταγράφεται στα 93 και 98 km / h). Για την επίτευξη της παραπάνω ταχύτητας, και σε έντονη αντίθεση με άλλα μεγάλα αιλουροειδή, το τσιτάχ έχει ποικίλες προσαρμογές για παρατεταμένο κυνήγι, όπως ελαφρύ, βελτιωμένο σώμα, μακριά λεπτά πόδια και μακριά ουρά που το καθιστούν κατάλληλο για μικρές, εκρηκτικές εκρήξεις ταχύτητας, γρήγορη επιτάχυνση και ικανότητα εκτέλεσης ακραίων αλλαγών στην κατεύθυνση ενώ κινείται με υψηλή ταχύτητα. Μεταξύ άλλων, προσαρμογές που βοηθούν στην επίτευξη της μεγάλης ταχύτητας είναι οι μεγάλες ρινικές δίοδοι που εξασφαλίζουν γρήγορη ροή επαρκούς αέρα, και η διογκωμένη καρδιά και οι πνεύμονες που επιτρέπουν τον εμπλουτισμό του αίματος με οξυγόνο σε σύντομο χρονικό διάστημα, πέρα από μυοσκελετικές προσαρμογές που το διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα μεγάλα αιλουροειδή. Παρόλες τις παραπάνω προσαρμογές, η ταχύτητα του τσιτάχ περιορίζεται λόγω της αυξημένης συσσώρευσης γαλακτικού οξέος στους μυς, και το τσιτάχ είναι αναγκασμένο να σταματήσει όταν η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος ξεπεράσει το όριο του κατωφλιού του γαλακτικού οξέος. Εξαιτίας αυτού τα τσιτάχ μπορούν να τρέξουν τόσο γρήγορα, αλλά χρειάζονται μεγάλες χρονικές περιόδους μεταξύ των αποτυχημένων κυνηγιών.

Λέξεις κλειδιά: *Acinonyx jubatus*, αιλουροειδές, cheetah, ταχύτητα, τσιτάχ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ	1
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	4
ΦΥΛΟΓΕΝΕΣΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ	5
ΑΝΑΤΟΜΙΑ, ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΚΥΝΗΓΙ	7
Ανατομία και μορφολογία	7
Ικανότητα στο κυνήγι	11
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	19

ΓΕΝΙΚΑ

Το τσιτάχ – cheetah (*Acinonyx jubatus*) είναι ένα μεγάλο αιλουροειδές που εντοπίζεται στην Αφρική και στο κεντρικό Ιράν. Είναι το γρηγορότερο χερσαίο ζώο: εκτιμάται ότι μπορεί να τρέχει με ταχύτητα 80 έως 128 km / h (με τη μέση ταχύτητα να καταγράφεται στα 93 και 98 km / h). Για την επίτευξη της παραπάνω ταχύτητας το τσιτάχ έχει αρκετές προσαρμογές, όπως ελαφριά κατασκευή, μακριά λεπτά πόδια και μακριά ουρά. Τυπικά το ύψος του φτάνει τα 67–94 cm (στο ύψος του ώμου) και το μήκος του κεφαλιού και του σώματος κυμαίνεται μεταξύ 1,1 και 1,5 m. Τα ενήλικα άτομα ζυγίζουν μεταξύ 20 και 65 kg. Το κεφάλι του είναι μικρό, στρογγυλεμένο και έχει κοντό ρύγχος και μαύρες ραβδώσεις στο πρόσωπο. Το τρίχωμα του είναι συνήθως καστανό έως κρεμώδες λευκό ή ανοιχτόχρωμο και καλύπτεται ως επί το πλείστον με ομοιόμορφα μαύρα στίγματα (κηλίδες) (Hunter & Hamman 2003) (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Χαρακτηριστική εικόνα τσιτάχ στο Sabi Sand Game Reserve, Νότια Αφρική

Αναγνωρίζονται τέσσερα υποείδη:

- Το νοτιοανατολικό αφρικανικό cheetah (*A. j. jubatus*) (Schreber, 1775) (Εικόνα 2): αυτό είναι το κυρίαρχο υποείδος (Wozencraf 2005). Αποκλείστηκε γενετικά από το ασιατικό τσιτάχ πριν από 67.000–32.000 χρόνια (Charruau et al. 2011). Από το 2016, ο μεγαλύτερος πληθυσμός (σχεδόν 4.000 ατόμων) κατανέμεται αραιά στην Αγκόλα, τη Μποτσουάνα, τη Μοζαμβίκη, τη Ναμίμπια, τη Νότια Αφρική και τη Ζάμπια



Εικόνα 2: Το νοτιοανατολικό αφρικανικό cheetah (*A. j. jubatus*)

- Το ασιατικό cheetah (*A. j. venaticus*) (Griffith, 1821) (Εικόνα 3): αυτό το υποείδος περιορίζεται στο κεντρικό Ιράν και είναι ο μόνος επιζών πληθυσμός τσιτάχ στην Ασία (Marker et al. 2018). Από το 2016, μόνο 43 άτομα εκτιμάται ότι θα επιβιώσουν σε τρεις υποπληθυσμούς σκορπισμένους στο κεντρικό οροπέδιο του Ιράν. Εμφανίζεται ως κριτικά ευάλωτο στην Κόκκινη Λίστα του IUCN (Durant et al. 2008a).
- Το βορειοανατολικό αφρικανικό cheetah (*A. j. soemmeringii*) (Fitzinger, 1855) (Εικόνα 4): αυτό το υποείδος εμφανίζεται στη βόρεια Κεντροαφρικανική Δημοκρατία, στο Τσαντ, την Αιθιοπία και το Νότιο Σουδάν σε μικρούς και πολύ κατακερματισμένους πληθυσμούς. Το 2016, ο μεγαλύτερος πληθυσμός 238 ατόμων εμφανίστηκε στη βόρεια Κεντροαφρικανική Δημοκρατία και στο νοτιοανατολικό Τσαντ. Αποκλείστηκε γενετικά από το τσιτάχ της νοτιοανατολικής Αφρικής πριν από 72.000-16.000 χρόνια (Charruau et al. 2011).
- Το βορειοδυτικό αφρικανικό cheetah (*A. j. hecki*) (Hilzheimer, 1913) (Εικόνα 5): αυτό το υποείδος εμφανίζεται στην Αλγερία, το Μπενίν, τη Μπουρκίνα Φάσο, το Μάλι και τον Νίγηρα (Durant et al. 2015). Το 2016, ο μεγαλύτερος πληθυσμός 191 ατόμων εμφανίστηκε στο Adrar des Ifoghas, Ahaggar και Tassili n'Ajjer στη νότια-κεντρική Αλγερία και στο βορειοανατολικό Μάλι (Marker et al. 2018). Εμφανίζεται ως κριτικά ευάλωτο στην Κόκκινη Λίστα του IUCN (Durant et al. 2008b).



Εικόνα 3: Το ασιατικό cheetah (*A. j. venaticus*)



Εικόνα 4: Το βορειοανατολικό αφρικανικό cheetah (*A. j. soemmeringii*)



Εικόνα 5: Το βορειοδυτικό αφρικανικό cheetah (*A. j. hecki*)

Τα τσιτάχ σχηματίζουν τρεις κύριες κοινωνικές ομάδες: τα θηλυκά με τα μικρά τους, ομάδες αρσενικών και μοναχικά αρσενικά. Ενώ τα θηλυκά ζουν μια νομαδική ζωή ψάχνοντας για θήραμα σε μεγάλες περιοχές στο βιότοπο τους, τα αρσενικά είναι πιο καθιστικά και μπορεί αντί

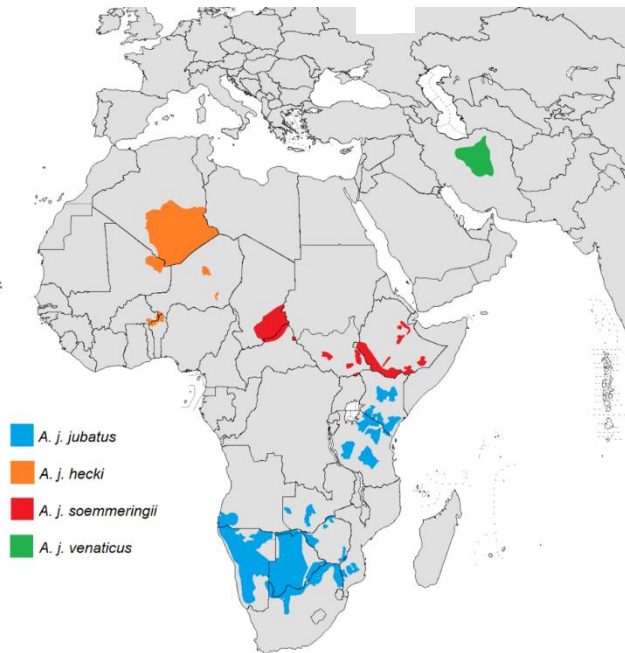
αυτού να κυριαρχούν σε πολύ μικρότερες εκτάσεις οι οποίες παρέχουν άφθονο θήραμα και πρόσβαση σε θηλυκά (Hunter & Hamman 2003).

Το τσιτάχ δραστηριοποιείται κυρίως κατά τη διάρκεια της ημέρας, κυνηγώντας κυρίως κατά τη διάρκεια της αυγής και του σούρουπου. Τρέφεται συνήθως με θηράματα μικρού έως μεσαίου μεγέθους, βάρους κάτω των 40 κιλών και προτιμά μεσαίου μεγέθους σπληφόρα όπως impala και γαζέλες. Το τσιτάχ συνήθως παραμονεύει το θήραμά του από απόσταση 60-70 μ., στη συνέχεια το καταδιώκει, και εφόσον το γραπώσει, θα δαγκώσει ασφυκτικά το λαιμό του μέχρι θανάτου. Η αναπαραγωγή συμβαίνει όλο το χρόνο, και μετά από μια κυοφορία σχεδόν τριών μηνών γεννιούνται συνήθως τρία ή τέσσερα μικρά. Τα μικρά τσιτάχ είναι πολύ ευάλωτα σε αρπακτικά ζώα από άλλα μεγάλα σαρκοφάγα, όπως οι ύαινες και τα λιοντάρια. Ο απογαλακτισμός συμβαίνει περίπου στους τέσσερις μήνες και τα μικρά ανεξαρτητοποιούνται στην ηλικία των 20 μηνών περίπου (Hunter & Hamman 2003). Το 2016, ο παγκόσμιος πληθυσμός τσιτάχ εκτιμήθηκε σε περίπου 7.100 άτομα στη φύση, και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζεται ως ευάλωτο στην κόκκινη λίστα του International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Εικόνα 6).

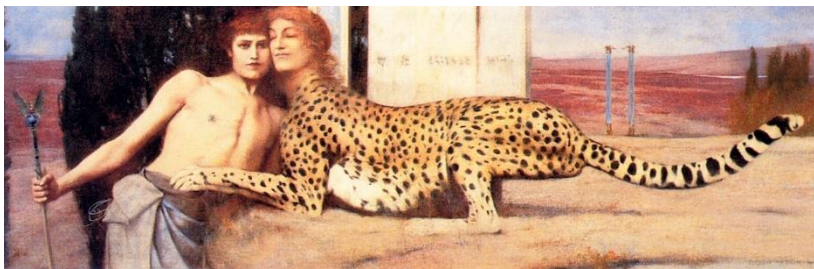


Εικόνα 6: Ταξινόμηση των ευάλωτων ειδών με βάση την κόκκινη λίστα του International Union for Conservation of Nature (IUCN)

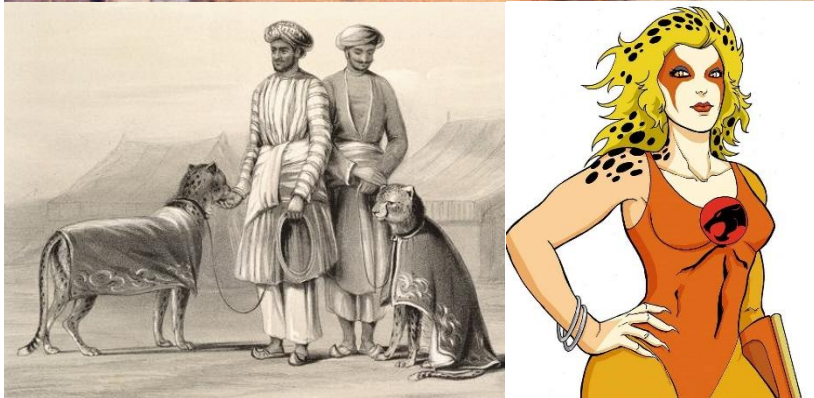
Το τσιτάχ εμφανίζεται σε μια ποικιλία ενδιαιτημάτων, όπως σαβάνες στο Serengeti, άνυδρες οροσειρές στη Σαχάρα και λοφώδη ερημικά εδάφη στο Ιράν. Το τσιτάχ απειλείται από διάφορους παράγοντες όπως η απώλεια ενδιαιτημάτων, η σύγκρουση με τον άνθρωπο, η λαθροθηρία και η υψηλή ευαισθησία σε ασθένειες. Νωρίτερα, κυμαινόταν στο μεγαλύτερο μέρος της υποσαχάριας Αφρικής και επεκτείνονταν ανατολικά προς τη Μέση Ανατολή έως την ινδική υποήπειρο. Σήμερα το τσιτάχ διανέμεται κυρίως σε μικρούς, κατακερματισμένους πληθυσμούς στο κεντρικό Ιράν και στη νότια, ανατολική και βορειοδυτική Αφρική (Hunter & Hamman 2003) (Εικόνα 7). Στο παρελθόν, τα τσιτάχ ήταν εξημερωμένα και εκπαιδευμένα για το κυνήγι σπληφόρων. Τα τσιτάχ έχουν απεικονιστεί ευρέως στην τέχνη, τη λογοτεχνία, τη διαφήμιση και τον κινηματογράφο (Εικόνα 8).



Εικόνα 7: Η εξάπλωση του τσίταχ με βάση δεδομένα από το 2015



Εικόνα 8: The Caress του Fernand Khnopff (1896), σκίτσο από τσιτάχ που ανήκουν στο Nawab του Oudh με συνοδούς, και η Cheetara της σειράς κινουμένων σχεδίων Thundercats



ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το 1777, ο Johann Christian Daniel von Schreber περιέγραψε το τσιτάχ βασισμένος σε ένα δέρμα που εντοπίστηκε στο Ακρωτήριο της Καλής Ελπίδας και του έδωσε το επιστημονικό όνομα *Felis jubatus* (Schreber 1777). Ο Joshua Brookes πρότεινε το γενικό όνομα *Acinonyx* το 1828 (Brookes 1828). Το 1917, ο Reginald Innes Pocock ταξινομήσε το τσιτάχ σε μια δική του υποοικογένεια, το *Acinonychinae* (Pocock 1917), δεδομένης της εντυπωσιακής μορφολογικής ομοιότητάς του με

το λαγωνικό καθώς και μιας σημαντικής απόκλισης από τα τυπικά χαρακτηριστικά άλλων αιλουροειδών. Το τσιτάχ ταξινομήθηκε σε *Felinae* σε μεταγενέστερες ταξινομικές αναθεωρήσεις (Caro 1994). Τον 19ο και τον 20ο αιώνα, περιεγράφηκαν αρκετά δείγματα τσιτάχ. Μερικά προτάθηκαν ως υποείδος. Ένα παράδειγμα είναι το δείγμα της Νοτίου Αφρικής γνωστό ως «μαλλιαρό τσιτάχ», που ονομάστηκε από το ιδιαίτερα πυκνό τρίχωμα του, και περιεγράφηκε ως ένα νέο είδος (*Felis lanea*) από τον Philip Sclater το 1877 (Sclater 1877), αλλά η ταξινόμηση αμφισβητήθηκε ως επί το πλείστον (Lydekker 1893). Υπήρξε σημαντική σύγχυση στην ονοματολογία των τσιτάχ και των λεοπαρδάλων (*Panthera pardus*), καθώς οι συγγραφείς συχνά μπερδεύαν τα δύο. Μερικοί θεωρούσαν τα τσιτάχ ως «κυνηγετικές λεοπαρδάλεις», άλλοι ως ένα ανεξάρτητο είδος ή ίσο με τη λεοπάρδαλη.

Το 1975, πέντε υποείδη θεωρήθηκαν έγκυρα: *A. j. hecki*, *A. j. jubatus*, *A. j. raineyi*, *A. j. soemmeringii* και *A. j. venaticus* (Kitchener et al. 2017). Το 2011, μια φυλογεωγραφική μελέτη διαπίστωσε ελάχιστη γενετική διακύμανση μεταξύ του *A. j. jubatus* και *A. j. raineyi*, και για το λόγο αυτό τα υποείδη σήμερα είναι 4, όπως έχει παραπάνω αναφερθεί. Συγκεκριμένα το 2017, η Ομάδα Ταξινόμησης Αιλουροειδών της IUCN αναθεώρησε την εξαιρετική ταξινόμηση και αναγνώρισε αυτά τα τέσσερα υποείδη ως έγκυρα.

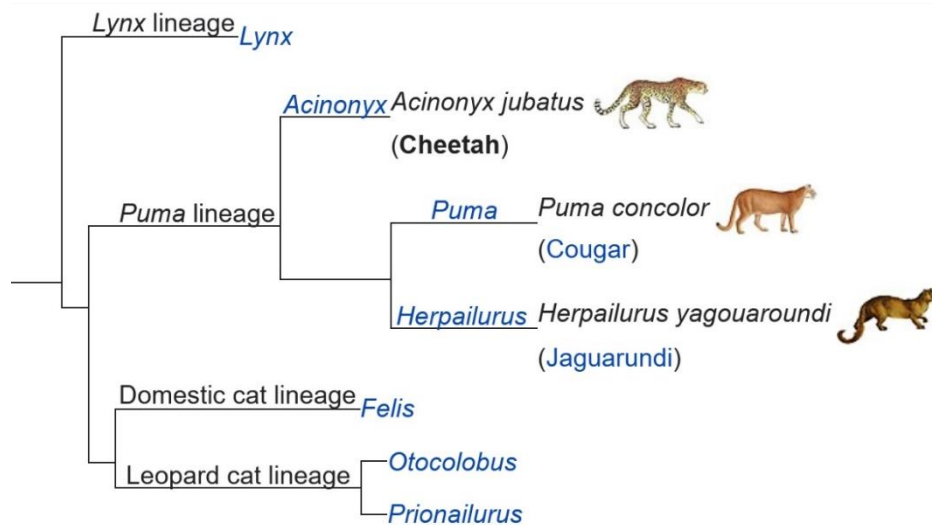
Κατάταξη του είδους *Acinonyx jubatus*

Βασίλειο:	Animalia
Φύλο:	Chordata
Κλάση:	Mammalia
Τάξη:	Carnivora
Υποτάξη:	Feliformia
Οικογένεια:	Felidae
Υποοικογένεια:	Felinae
Γένος:	<i>Acinonyx</i>
Είδος:	<i>Acinonyx jubatus</i>

ΦΥΛΟΓΕΝΕΣΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ

Οι πλησιέστεροι συγγενείς του τσιτάχ είναι το κούγκαρ (*Puma concolor*) και το jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) (Kitchener et al. 2017). Μαζί, αυτά τα τρία είδη σχηματίζουν τη γενεαλογία *Puma*, μία από τις οκτώ γενεαλογίες των υφιστάμενων κλάδων των αιλουροειδών. Η γενεαλογία *Puma* φαίνεται να αποκλίνει από τα υπόλοιπα πριν από περίπου 6,7 εκατομμύρια χρόνια. Η αδελφή ομάδα της γενεαλογίας της *Puma* είναι μια ομάδα μικρότερων αιλουροειδών του Παλαιού Κόσμου που περιλαμβάνει τα γένη *Felis*, *Otocolobus* και *Prionailurus* (Werdelin et al. 2010). Τα παλαιότερα απολιθώματα τσιτάχ, που ανασκάφηκαν στην ανατολική και νότια Αφρική, χρονολογούνται περίπου στα 3,5-3 εκατομμύρια χρόνια. Το παλαιότερο γνωστό δείγμα από τη Νότια Αφρική είναι από τα χαμηλότερα κοιτάσματα του Silberberg Grotto (Sterkfontein).

(Krausman & Morales 2005, Skinner & Chimimba 2005). Αν και ατελή, αυτά τα απολιθώματα υποδεικνύουν μορφές μεγαλύτερες αλλά λιγότερο γραμμικές από το σύγχρονο τσιτάχ (Van Valkenburgh et al. 2018). Τα απολιθώματα από την Ευρώπη περιορίζονται σε μερικά δείγματα του Μέσου Πλειστόκαινου από το Hundsheim (Αυστρία) και το Mosbach Sands (Γερμανία) (Hemmer et al. 2008). Τα αιλουροειδή που μοιάζουν με τσιτάχ είναι γνωστά ήδη εδώ και 10.000 χρόνια πριν από τον Παλαιό Κόσμο. Το γιγαντιαίο τσιτάχ (*A. pardinensis*), σημαντικά μεγαλύτερο και πιο αργό σε σύγκριση με το σύγχρονο τσιτάχ, εμφανίστηκε στην Ευρασία και την ανατολική και νότια Αφρική κατά την περίοδο Villafranchian περίπου πριν από 3,8-1,9 εκατομμύρια χρόνια (Cherin et al. 2014). Στο Μέσο Πλειστόκαινο ένα μικρότερο τσιτάχ, το *A. intermedius*, είχε διασπορά από την Ευρώπη έως την Κίνα (Krausman & Morales 2005). Το σύγχρονο τσιτάχ εμφανίστηκε στην Αφρική περίπου πριν από 1,9 εκατομμύρια χρόνια και τα απολιθώματά του περιορίζονται στην Αφρική (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Η γενεαλογία Puma της οικογένειας Felidae, που απεικονίζεται μαζί με στενά συνδεδεμένα γένη

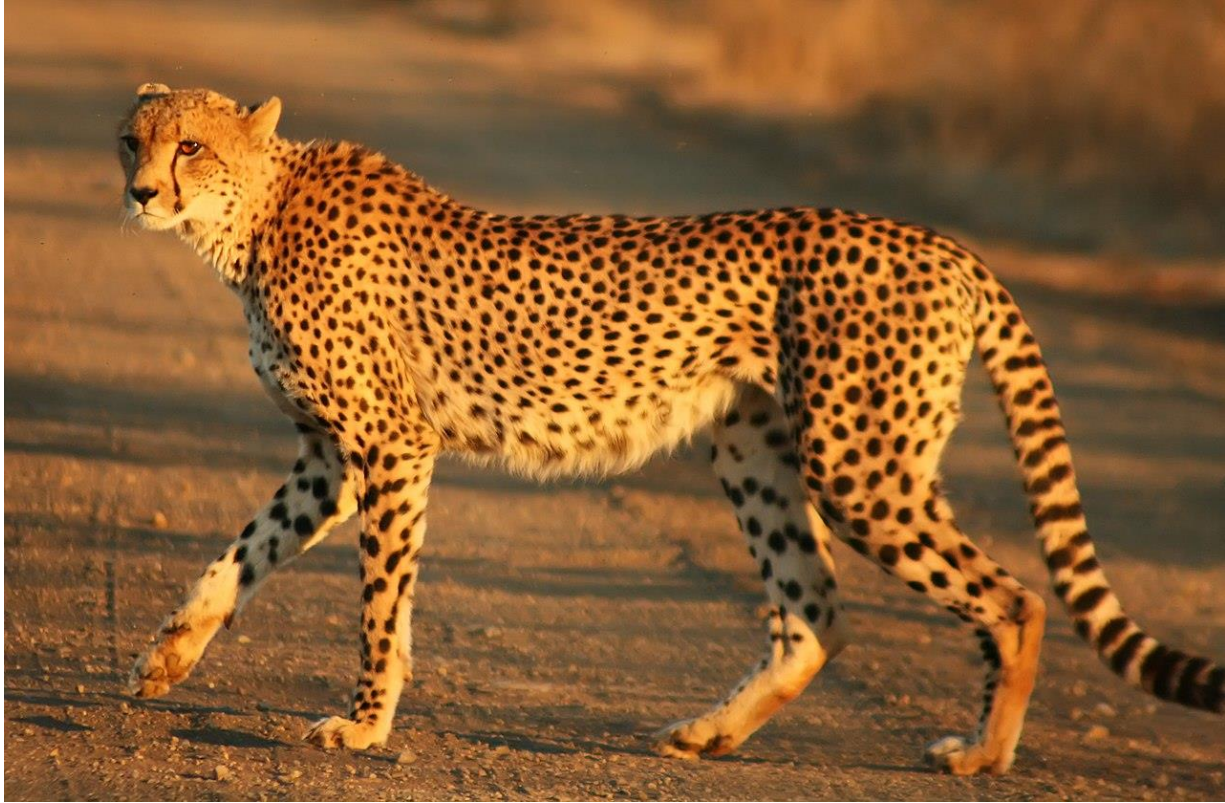
Τα εξαφανισμένα αιλουροειδή που μοιάζουν με τσιτάχ στη Βόρεια Αμερική είχαν ιστορικά ταξινομηθεί σε *Felis*, *Puma* ή *Acinonyx*. Δύο τέτοια είδη, *F. studei* και *F. trumani*, θεωρήθηκαν πιο κοντά στο *puma* από το τσιτάχ, παρά τις στενές ομοιότητές τους με το τελευταίο. Σημειώνοντας αυτό, ο παλαιοντολόγος Daniel Adams πρότεινε το 1979, το *Miracinonyx*, ένα νέο υπογένος υπό το *Acinonyx*, για τα αιλουροειδή που μοιάζουν με τσιτάχ στη Βόρεια Αμερική (Adams 1979). Αυτό αργότερα αυξήθηκε στην κατάταξη του γένους (Van Valkenburgh et al. 1990). Ο Adams επεσήμανε ότι τα αιλουροειδή που μοιάζουν με τσιτάχ της Βόρειας Αμερικής και του Παλαιού Κόσμου μπορεί να είχαν έναν κοινό πρόγονο και το *Acinonyx* μπορεί να προέρχεται από τη Βόρεια Αμερική αντί για την Ευρασία (Adams 1979). Ωστόσο, μετέπειτα έρευνα έδειξε ότι το *Miracinonyx* είναι φυλογενετικά πιο κοντά στο κούγκαρ από το τσιτάχ (Barnett et al. 2005). Οι ομοιότητες με τα τσιτάχ έχουν αποδοθεί σε συγκλίνουσα εξέλιξη (Werdelin et al. 2010).

Τα τρία είδη της γενεαλογίας του Puma μπορεί να είχαν έναν κοινό πρόγονο κατά τη διάρκεια του Μειόκαινου (περίπου 8,25 εκατομμύρια χρόνια) (Adams 1979, Johnson & O'Brien 1997). Μερικοί υποδηλώνουν ότι τα τσιτάχ της Βόρειας Αμερικής πιθανώς μετανάστευσαν στην Ασία μέσω του Στενού Bering, και στη συνέχεια διασκορπίστηκαν νότια στην Αφρική μέσω της Ευρασίας τουλάχιστον 100.000 χρόνια πριν (Dobrynin et al. 2015, Johnson 2006, O'Brien & Johnson 2007). Ορισμένοι συγγραφείς έχουν εκφράσει αμφιβολίες για την εμφάνιση αιλουροειδών που μοιάζουν με τσιτάχ στη Βόρεια Αμερική, και μάλλον υποθέτουμε ότι το σύγχρονο τσιτάχ έχει εξελιχθεί από ασιατικούς πληθυσμούς που τελικά εξαπλώθηκαν στην Αφρική (Barnett et al. 2005, Faurby et al. 2016). Το τσιτάχ θεωρείται ότι έχει βιώσει δύο σημεία συμφόρησης του πληθυσμού που μείωσαν σημαντικά τη γενετική μεταβλητότητα στους πληθυσμούς: ένα συνέβη πριν από περίπου 100.000 χρόνια, το οποίο έχει συσχετιστεί με τη μετανάστευση από τη Βόρεια Αμερική στην Ασία και το δεύτερο πριν από 10.000-12.000 χρόνια στην Αφρική, πιθανώς ως μέρος του γεγονότος εξαφάνισης του Ύστερου Πλειστόκαινου.

ΑΝΑΤΟΜΙΑ, ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΚΥΝΗΓΙ

Ανατομία & Μορφολογία

Το τσιτάχ είναι ένα μέτριου μεγέθους με στίγματα αιλουροειδές που χαρακτηρίζεται από μικρό στρογγυλεμένο κεφάλι, κοντό ρύγχος, μαύρες ραβδώσεις στο πρόσωπο, εκτεταμένο και μεγάλο στήθος, μακριά λεπτά πόδια και μακριά ουρά. Η λεπτή, κυνική μορφή του είναι ιδιαίτερα προσαρμοσμένη στην ταχύτητα και έρχεται σε έντονη αντίθεση με την στιβαρή κατασκευή των μεγάλων αιλουροειδών του γένους Panthera (Kitchener et al. 2010, Meachen et al. 2018). Το βάρος μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία, την υγεία, την τοποθεσία, το φύλο και το υποείδος. Τα ενήλικα άτομα κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 21 και 72 kg, ενώ τα νεογέννητα που γεννιούνται στην άγρια φύση ζυγίζουν 150-300 g κατά τη γέννηση, σε αντίθεση με εκείνα που γεννιούνται σε αιχμαλωσία και τείνουν να είναι μεγαλύτερα και ζυγίζουν περίπου 500 g. (Kingdon 2015, Meachen et al. 2018, Sunquist & Sunquist 2002). Τα τσιτάχ είναι σεξουαλικά διμορφικά, με τα αρσενικά μεγαλύτερα και βαρύτερα από τα θηλυκά, αλλά όχι στο βαθμό που παρατηρούνται σε άλλες μεγάλα αιλουροειδή (Hunter 2015, Meachen et al. 2018, Nowak 2005). Οι μελέτες διαφέρουν σημαντικά στις μορφολογικές παραλλαγές μεταξύ των υποειδών (Marker & Dickman 2003). Το τρίχωμα τους είναι συνήθως καστανό έως κρεμώδες λευκό ή ανοιχτόχρωμο (πιο σκούρο στο μεσαίο πίσω μέρος) (Kingdon 2015, Skinner & Chimimba 2005). Το πηγούνι, ο λαιμός και τα τμήματα των ποδιών και η κοιλιά είναι λευκά και χωρίς στίγματα. Το υπόλοιπο σώμα καλύπτεται με περίπου 2.000 ομοιόμορφα οβάλ ή στρογγυλά μαύρα στίγματα, το καθένα με διάμετρο περίπου 3–5 cm. Κάθε τσιτάχ έχει ένα ξεχωριστό μοτίβο κηλίδων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό μοναδικών ατόμων (Nowak 2005). Τα νεογέννητα μωρά καλύπτονται με τρίχωμα με ασαφές μοτίβο κηλίδων που τους δίνει μια σκοτεινή εμφάνιση - ανοιχτό λευκό πάνω και σχεδόν μαύρο στην κάτω πλευρά (Meachen et al. 2018). Τα μελανιστικά τσιτάχ τα οποία είναι σπάνια έχουν εντοπιστεί στη Ζάμπια και τη Ζιμπάμπουε (Hunter 2015). Το 1877–1878, ο Sclater περιέγραψε αλμπίνο δείγματα από τη Νότια Αφρική (Sclater 1877).



Εικόνα 10: Χαρακτηριστική εικόνα της εξωτερικής μορφολογίας του τσιτάχ

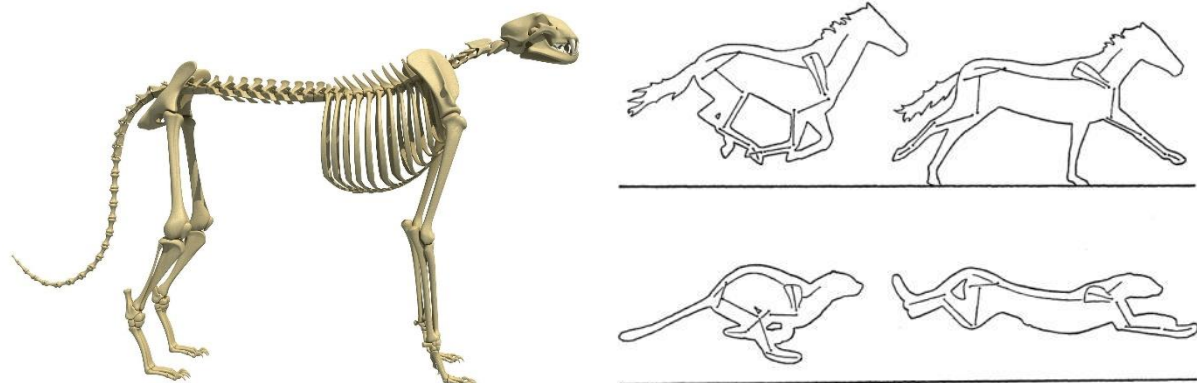
Το κεφάλι είναι μικρό και πιο στρογγυλεμένο σε σύγκριση με τα μεγάλα αιλουροειδή. Τα τσιτάχ της Σαχάρας έχουν λεπτό πρόσωπο (Hunter 2015). Τα αυτιά είναι μικρά, κοντά και στρογγυλεμένα, οι άκρες των οποίων επισημαίνονται με μαύρα μπαλώματα στο πίσω μέρος. Τα μάτια είναι ψηλά τοποθετημένα και έχουν στρογγυλες κόρες (Nowak 2005). Τα μουστάκια, κοντότερα και λιγότερα από αυτά των άλλων αιλουροειδών, είναι ωραία και εμφανή (Montgomery 2014). Οι έντονες ραβδώσεις στα μάτια (ή ρίγες malar), μοναδικές για το τσιτάχ, ξεκινούν από τις γωνίες των ματιών και προεκτείνονται κάτω από τη μύτη μέχρι το στόμα. Ο ρόλος αυτών των ραβδώσεων δεν είναι καλά κατανοητός: μπορεί να προστατεύσει τα μάτια από το έντονο φως του ήλιου (ένα χρήσιμο χαρακτηριστικό καθώς το τσιτάχ κυνηγά κυρίως κατά τη διάρκεια της ημέρας) ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό των εκφράσεων του προσώπου (Hunter 2015). Η εξαιρετικά μακριά και μυώδης ουρά, με μια θαμνώδη λευκή τούφα στο τέλος, έχει μέγεθος 60-80 cm (Stuart & Stuart 2015). Ενώ τα πρώτα δύο τρίτα της ουράς καλύπτονται με κηλίδες, το τελευταίο τρίτο σημειώνεται με τέσσερις έως έξι σκοτεινούς δακτυλίου ή ρίγες (Arnold 1989).



Εικόνα 11: Χαρακτηριστική εικόνα των ραβδώσεων και των κηλίδων στο κεφάλι του τσιτάχ

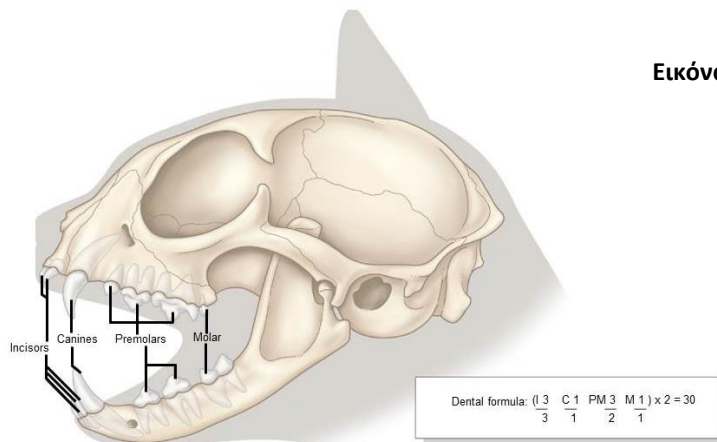
Το τσιτάχ μοιάζει εξωτερικά με τη λεοπάρδαλη, αλλά η λεοπάρδαλη έχει ροζέτες αντί για κηλίδες και στερείται σχισίματος δακρύων (Foley et al. 2014, Hunter 2005). Επιπλέον, το τσιτάχ είναι ελαφρώς ψηλότερο από τη λεοπάρδαλη. Το σεργάλ μοιάζει με το τσιτάχ σε φυσική κατασκευή, αλλά είναι σημαντικά μικρότερο, έχει κοντύτερη ουρά και τα στίγματα του συντήκονται για να σχηματίσουν ρίγες στο πίσω μέρος (Schütze 2002). Το τσιτάχ φαίνεται να έχει εξελιχθεί συγκλίνων με τα κυνοειδή στη μορφολογία καθώς και στη συμπεριφορά. Έχει χαρακτηριστικά που μοιάζουν με σκύλους, όπως σχετικά μακρύ ρύγχος, μακριά πόδια, μεγάλο και ευρύ στήθος, σκληρά πέλματα και αμβλεία ημι-ανασυρόμενα νύχια (Henry 2014, Ichikawa et al. 2018). Το τσιτάχ συχνά στο παρελθόν παρομοιάστηκε με το λαγωνικό, καθώς και τα δύο έχουν παρόμοια μορφολογία και την ικανότητα να επιτύχουν τεράστιες ταχύτητες σε μικρότερο χρονικό διάστημα σε σχέση με άλλα θηλαστικά (Estes 2004, Stuart & Stuart 2015), αλλά το τσιτάχ μπορεί να επιτύχει υψηλότερες μέγιστες ταχύτητες (Hudson et al. 2012).

Το τσιτάχ μοιάζει με τα μικρότερα αιλουροειδή σχετικά με τα κρανιακά χαρακτηριστικά και με τη μακριά και εύκαμπτη σπονδυλική στήλη, σε αντίθεση με τη σκληρή και κοντή σε άλλα μεγάλα αιλουροειδή (Krausman & Morales 2005) (Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Χαρακτηριστική εικόνα του σκελετού και της σπονδυλικής στήλης του τσιτάχ και της χαρακτηριστικής καμπυλότητας και έκτασης και συσπείρωσης της κατά τη διάρκεια του κυνηγιού

Το περίπου τριγωνικό κρανίο έχει ελαφριά, στενά οστά και το οβελιαίο λοφίο είναι ανεπαρκώς αναπτυγμένο, πιθανώς για μείωση του βάρους και αύξηση της ταχύτητας. Το στόμα δεν μπορεί να ανοιχτεί τόσο ευρέως όσο σε άλλα αιλουροειδή, δεδομένου του μικρότερου μήκους των μυών μεταξύ της γνάθου και του κρανίου (Hunter 2005, Sunquist & Sunquist 2002). Μια μελέτη έδειξε ότι η περιορισμένη ανάσχυση των νυχιών του τσιτάχ μπορεί να προκύψει από την προηγούμενη περικοπή της ανάπτυξης του μεσαίου οστού φάλαγγας στα τσιτάχ (Hudson 2012). Το τσιτάχ έχει συνολικά 30 δόντια: ο οδοντικός τύπος είναι 3.1.3.1/3.1.2.1. Τα αιχμηρά, στενά σαρκικά είναι μεγαλύτερα από αυτά των λεοπαρδάλεων και των λιονταριών, υποδηλώνοντας ότι το τσιτάχ μπορεί να καταναλώσει μεγαλύτερη ποσότητα τροφής σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Οι μικροί, επίπεδοι κυνόδοντες χρησιμοποιούνται για να δαγκώσουν το λαιμό και να ασφυκτιούν το θήραμα. Μια μελέτη προσδιόρισε το πηλίκο δύναμης δαγκώματος (Bite Force Quotient - BFQ) του τσιτάχ ως 119, κοντά σε αυτό για το λιοντάρι (112), υποδηλώνοντας ότι οι προσαρμογές για ένα ελαφρύτερο κρανίο μπορεί να μην έχουν μειώσει τη δύναμη του δαγκώματος του τσιτάχ (Krausman & Morales 2005, Meachen et al. 2018). Σε αντίθεση με άλλα αιλουροειδή, οι κυνόδοντες του τσιτάχ δεν έχουν κενό πίσω τους όταν κλείνουν οι σιαγόνες, καθώς τα άνω και κάτω δόντια δείχνουν εκτεταμένη επικάλυψη. Αυτό εξοπλίζει τα άνω και κάτω δόντια για να σκίζουν αποτελεσματικά το κρέας (Εικόνα 13).



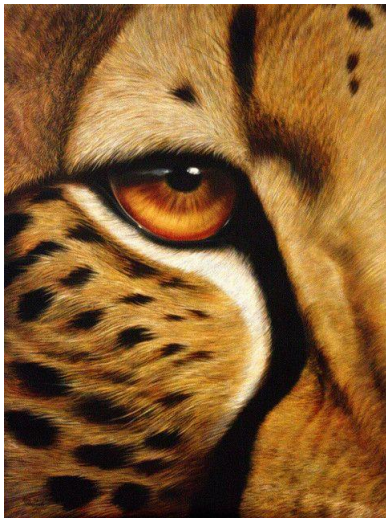
Εικόνα 13: Ο οδοντικός τύπος στα αιλουροειδή

Τα ελαφρώς καμπύλα νύχια, κοντύτερα και πιο σφιχτά από εκείνα άλλων γατών, στερούνται προστατευτικής θήκης και είναι μερικώς ανασυρόμενα (Sunquist & Sunquist 2002, Nowak 2005). Τα νύχια είναι αμβλεία λόγω έλλειψης προστασίας (Hunter 2015, Londei 2000) (Εικόνα 14).



Εικόνα 14: Τα νύχια των μπροστινών ποδιών του τσιτάχ

Τα τσιτάχ έχουν υψηλή συγκέντρωση νευρικών κυττάρων διατεταγμένα σε μια ζώνη στο κέντρο του αμφιβληστροειδούς των ματιών (μια οπτική σειρά), η πιο αποτελεσματική μεταξύ των αιλουροειδών. Αυτό οξύνει σημαντικά την όραση και επιτρέπει στο τσιτάχ να εντοπίζει γρήγορα το θήραμα στον ορίζοντα (Hast 1989, Kitchener et al. 2010) (Εικόνα 15). Το τσιτάχ δεν μπορεί να βρυχηθεί λόγω της παρουσίας μιας αιχμηρής φωνητικής πτυχής εντός του λάρυγγα.



Εικόνα 15: Χαρακτηριστική εικόνα του οφθαλμού του τσιτάχ

Ικανότητα στο κυνήγι

Το τσιτάχ είναι ένα σαρκοφάγο που κυνηγάει μικρά έως μεσαία θηράματα βάρους 20 έως 60 kg (όπως είναι οι αντιλόπες και το impala), αλλά κυρίως λιγότερο από 40 kg. Το κύριο θήραμά του είναι μεσαίου μεγέθους σπληφόρα. Συνήθως αποφεύγονται μεγαλύτερα σπληφόρα, αν και τα ηγala, των οποίων τα αρσενικά ζυγίζουν περίπου 120 κιλά, βρέθηκαν να είναι το σημαντικότερο θήραμα σε μια μελέτη στο Phinda Game Reserve (Εικόνα 16). Στη Ναμίμπια, τα τσιτάχ είναι οι κυριότεροι θηρευτές των ζώων (Skinner & Chimimba 2005, Sunquist & Sunquist 2002). Έχει αναφερθεί ότι τα τσιτάχ στην έρημο Καλαχάρη τρέφονται με πεπόνια και κιτρό για την περιεκτικότητά τους σε νερό (Hunter 2015). Οι προτιμήσεις των θηραμάτων και η επιτυχία στο κυνήγι ποικίλλουν ανάλογα με την ηλικία, το φύλο και τον αριθμό των τσιτάχ που συμμετέχουν

στο κυνήγι και την επαγρύπνηση του θηράματος. Γενικά, μόνο ομάδες τσιτάχ θα προσπαθήσουν να σκοτώσουν μεγαλύτερα θηράματα. Οι μητέρες με τα μικρά ψάχνουν ιδιαίτερα για μεγαλύτερο θήραμα και τείνουν να είναι πιο επιτυχημένες από τα μοναχικά θηλυκά. Άτομα στην περιφέρεια του κοπαδιού είναι οι πιο κοινοί στόχοι. Το άγρυπνο θήραμα που αντιδρά γρήγορα βλέποντας το τσιτάχ δεν προτιμάται.



Εικόνα 16: Το τσιτάχ είναι ένα σαρκοφάγο που κυνηγάει μικρά έως μεσαία θηράματα βάρους 20 έως 60 kg (όπως είναι οι αντιλόπες και το imrala)

Τα τσιτάχ είναι ενεργά κυρίως κατά τη διάρκεια της ημέρας (Estes 2004), ενώ άλλα σαρκοφάγα, όπως οι λεοπαρδάλεις και τα λιοντάρια είναι ενεργά κυρίως τη νύχτα (Hunter 2005, Schaller 1972). Αυτά τα μεγαλύτερα σαρκοφάγα μπορούν να σκοτώσουν τα τσιτάχ και να κλέψουν τα θηράματα τους (Sunquist & Sunquist 2002). Ως εκ τούτου, η ημερήσια τάση των τσιτάχ τους βοηθά να αποφύγουν μεγαλύτερους θηρευτές σε περιοχές όπου αυτά τα είδη συμβιώνουν (Hunter 2015). Σε περιοχές όπου το τσιτάχ είναι το κυριότερο αρπακτικό (όπως καλλιεργήσιμες εκτάσεις στη Μποτσουάνα και τη Ναμίμπια), η δραστηριότητα τείνει να αυξάνεται τη νύχτα. Αυτό μπορεί επίσης να συμβεί σε άγονες περιοχές όπως η Σαχάρα, όπου οι θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορούν να φτάσουν τους 43°C. Τα τσιτάχ στη Σαχάρα και το Μασάι Μάρα (Κένυα) κυνηγούν μετά το ηλιοβασίλεμα για να αποφύγουν τις υψηλές θερμοκρασίες της ημέρας (Eaton 1970). Ο σεληνιακός κύκλος μπορεί επίσης να επηρεάσει τη ρουτίνα του τσιτάχ: η δραστηριότητα μπορεί να αυξηθεί τις βραδινές ώρες καθώς το θήραμα μπορεί να είναι εύκολα ορατό, αν και αυτό έρχεται με τον κίνδυνο αντιμετώπισης μεγαλύτερων αρπακτικών (Marker et al. 2018, Sunquist & Sunquist 2002). Το κυνήγι είναι η κύρια δραστηριότητα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, με κορύφωση κατά την αυγή και το σούρουπο (Hunter 2015). Τα τσιτάχ συχνά επιθεωρούν την περιοχή τους σε σημεία παρατήρησης, όπως υψόμετρα, έτσι ώστε να ελέγχουν για θηράματα ή μεγαλύτερα σαρκοφάγα (Sunquist & Sunquist 2002).

Τα τσιτάχ χρησιμοποιούν την όραση τους για να κυνηγήσουν αντί για την αίσθηση της όσφρησης. Καραδοκούνε το θήραμα από χώρους ανάπαυσης ή χαμηλά κλαδιά. Το τσιτάχ θα καταδιώξει το θήραμά του, προσπαθώντας να κρυφτεί και να πλησιάσει όσο το δυνατόν πιο κοντά, συχνά σε απόσταση 60 έως 70 μ. Εναλλακτικά, το τσιτάχ μπορεί να παραμείνει κρυμμένο

και να περιμένει το θήραμα να πλησιάσει. Ένα τσιτάχ που καταδιώκει παίρνει μια εν μέρει σκύψιμη στάση, με το κεφάλι χαμηλότερο από τους ώμους. Σε περιοχές με ελάχιστη κάλυψη, το τσιτάχ θα πλησιάσει σε απόσταση 200 μέτρων από το θήραμα και θα ξεκινήσει το κυνήγι. Το κυνήγι διαρκεί συνήθως ένα λεπτό. Σε μια μελέτη του 2013, το μήκος των κυνηγιών ήταν κατά μέσο όρο 173 m και η μεγαλύτερη διαδρομή μετρήθηκε στα 559 m. Το τσιτάχ μπορεί να σταματήσει το κυνήγι εάν ανιχνευθεί από το θήραμα νωρίς ή εάν δεν μπορεί να κάνει γρήγορα μια θανάτωση. Τα τσιτάχ πιάνουν το θήραμά τους σπρώχνοντάς το κατά τη διάρκεια του κυνηγιού, χτυπώντας το γλουτό του με το μπροστινό πόδι έτσι ώστε να χάσει την ισορροπία του (Estes 2004, Sunquist & Sunquist 2002) (Εικόνα 17). Για να σκοτώσει το θήραμα μεσαίου έως μεγάλου μεγέθους, το τσιτάχ δαγκώνει το λαιμό του για να το πνίξει, διατηρώντας το δάγκωμα για περίπου πέντε λεπτά, μέσα στο οποίο το θήραμα σταματά να αγωνίζεται. Ένα δάγκωμα στον αυχένα ή στο ρύγχος (και μερικές φορές στο κρανίο) αρκεί για να σκοτώσει μικρότερα θηράματα (Estes 2004, Sunquist & Sunquist 2002). Τα τσιτάχ έχουν μέσο ποσοστό επιτυχίας κυνηγιού 25-40%, το οποίο υψηλότερο για μικρότερα και πιο ευάλωτα θηράματα (Hunter 2015, O'Brien & Wildt 1986).



Εικόνα 17: Τα τσιτάχ πιάνουν το θήραμά τους σπρώχνοντάς το κατά τη διάρκεια του κυνηγιού, χτυπώντας το γλουτό του με το μπροστινό πόδι έτσι ώστε να χάσει την ισορροπία του

Μόλις τελειώσει το κυνήγι, το θήραμα μεταφέρεται κοντά σε έναν θάμνο ή κάτω από ένα δέντρο (Εικόνα 18). Το τσιτάχ, πολύ εξαντλημένο μετά το κυνήγι, ξεκουράζεται δίπλα στο θήραμα για 5 έως 55 λεπτά. Εν τω μεταξύ, τα τσιτάχ που βρίσκονται κοντά, και δεν συμμετείχαν στο κυνήγι, μπορεί να τρέφονται αμέσως μετά με το θήραμα (Sunquist & Sunquist 2002). Τα τσιτάχ μπορούν να καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες τροφίμων. Ένα τσιτάχ στο Εθνικό Πάρκο Etosha (Ναμίμπια) βρέθηκε να καταναλώνει έως και 10 κιλά μέσα σε δύο ώρες (Phillips 1993). Ωστόσο, σε καθημερινή βάση, ένα τσιτάχ τρέφεται με περίπου 4 κιλά κρέας (Estes 2004). Τα τσιτάχ, ειδικά οι μητέρες με μικρά, παραμένουν προσεκτικά ακόμα και όταν τρώνε, κοιτάζοντας γύρω για φρέσκο θήραμα ή για θηρευτές που μπορεί να τους κλέψουν τη λεία (Caro 1987). Τα τσιτάχ μετακινούν τα κεφάλια τους από άκρη σε άκρη, έτσι ώστε τα αιχμηρά σαρκικά δόντια να σχίζουν

τη σάρκα, η οποία μπορεί στη συνέχεια να καταποθεί χωρίς μάσημα. Συνήθως ξεκινούν με τα οπίσθια άκρα και στη συνέχεια προχωρούν προς την κοιλιά και τη σπονδυλική στήλη. Εκτός αν το θήραμα είναι πολύ μικρό, ο σκελετός παραμένει σχεδόν άθικτος μετά τη σίτιση του κρέατος. Τα τσιτάχ ενδέχεται να χάσουν το 10–15% της λείας τους από μεγάλα σαρκοφάγα όπως ύαινες και λιοντάρια (και γκρίζους λύκους στο Ιράν). Για να υπερασπιστεί τον εαυτό του ή το θήραμά του, ένα τσιτάχ θα κρατήσει το σώμα του χαμηλά στο έδαφος, με το στόμα ανοιχτό, τα μάτια κοιτάζοντας απειλητικά μπροστά και τα αυτιά διπλωμένα προς τα πίσω. Αυτή η στάση μπορεί να συνοδεύεται από σφύριγμα και γρυλίσματα και χτύπημα του εδάφους με τα μπροστινά πόδια. Τα τσιτάχ σπάνια έχει παρατηρηθεί να καταναλώνουν θηράματα τα οποία είναι ήδη νεκρά (Houston 1974, Sunquist & Sunquist 2002).

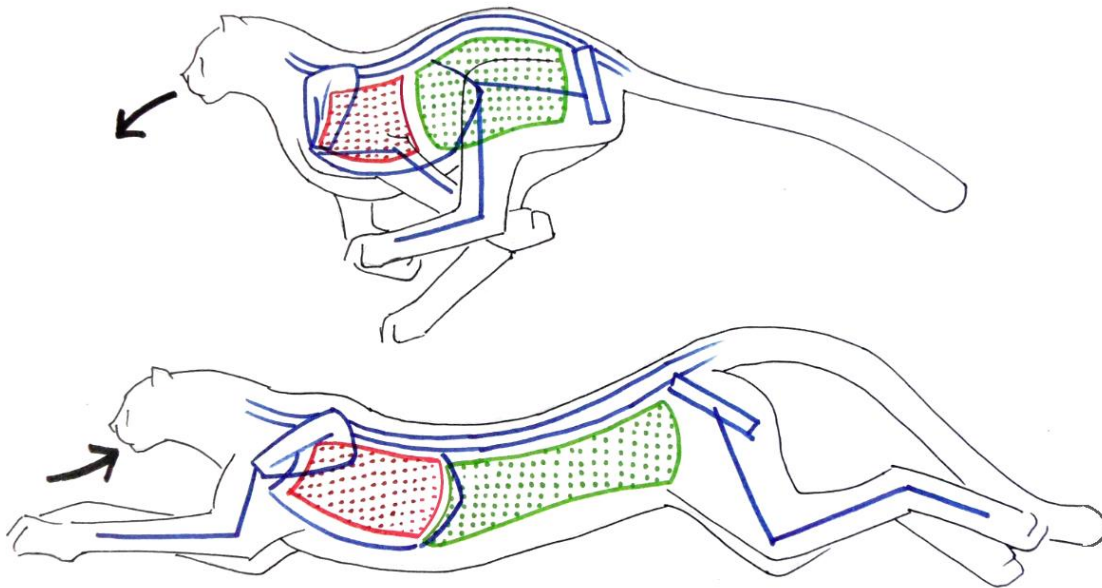


Εικόνα 18: Μόλις τελειώσει το κυνήγι, το θήραμα μεταφέρεται κοντά σε έναν θάμνο ή κάτω από ένα δέντρο

Το τσιτάχ είναι το γρηγορότερο χερσαίο ζώο (Sears 2015). Οι εκτιμήσεις της μέγιστης ταχύτητας που επιτυγχάνεται κυμαίνονται από 80 έως 128 km / h (Nowak 2005, Sunquist & Sunquist 2002). Μια συνήθως αναφερόμενη τιμή είναι 112 km / h, που καταγράφηκε το 1957, αλλά η μέτρηση αυτή αμφισβητείται. Το 2012, ένα 11χρονο τσιτάχ (που ονομάστηκε Sarah) από τον ζωολογικό κήπο του Cincinnati (Ohio) έθεσε παγκόσμιο ρεκόρ τρέχοντας 100 μέτρα σε 5,95 δευτερόλεπτα σε μια καθορισμένη διαδρομή, καταγράφοντας μέγιστη ταχύτητα 98 km / h (Wilson et al. 2013a). Σε αντίθεση με την κοινή πεποίθηση ότι τα τσιτάχ κυνηγούν απλώς κυνηγώντας το θήραμά του με υψηλές ταχύτητες, τα ευρήματα δύο μελετών το 2013 με χρήση περιλαίμιων GPS, δείχνουν ότι τα τσιτάχ κυνηγούν σε ταχύτητες πολύ χαμηλότερες από τις υψηλότερες που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια των περισσότερων κυνηγιών, με μερικές μικρές εκρήξεις (διαρκούν μόνο δευτερόλεπτα) όταν επιτυγχάνουν μέγιστες ταχύτητες. Σε μία από τις μελέτες, η μέση ταχύτητα που καταγράφηκε κατά τη διάρκεια της φάσης υψηλής ταχύτητας ήταν 53,64 km / h ή εντός της περιοχής 41,4-65,88 km / h. Η υψηλότερη καταγεγραμμένη τιμή ήταν 93,24 km / h. Οι ερευνητές πρότειναν ότι το κυνήγι αποτελείται από δύο φάσεις - μια αρχική φάση γρήγορης επιτάχυνσης όταν το τσιτάχ προσπαθεί να πλησιάσει το θήραμα, ακολουθούμενο από επιβράδυνση καθώς το πλησιάζει (η επιβράδυνση ποικίλλει ανάλογα με το θήραμα). Η επιτάχυνση κορυφής που παρατηρήθηκε ήταν 2,5 m ανά τετραγωνικό δευτερόλεπτο, ενώ η τιμή της μέγιστης επιβράδυνσης ήταν 7,5 m ανά τετραγωνικό δευτερόλεπτο. Τα τσιτάχ μπορούν να

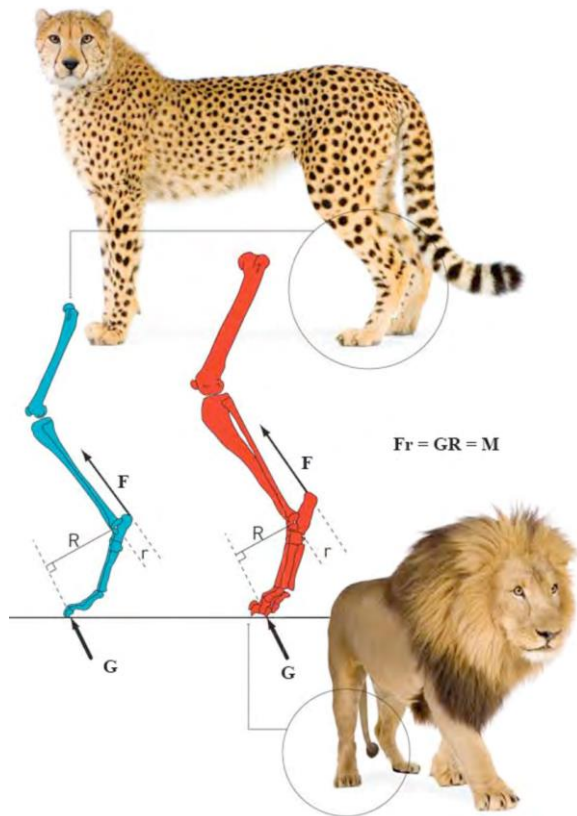
επιβραδυνθούν δραματικά προς το τέλος του κυνηγιού, επιβραδύνοντας από 93 km / h σε 23 km / h σε μόλις τρία βήματα, και μπορούν εύκολα να ακολουθήσουν τυχόν στροφές του θηράματος το οποίο προσπαθεί να διαφύγει (Hunter 2015). Οι τιμές ταχύτητας και επιτάχυνσης για ένα τσιτάχ-κυνηγό μπορεί να διαφέρουν από εκείνες ενός μη κυνηγού, επειδή ενώ ασχολείται με το κυνήγι, το τσιτάχ είναι πιο πιθανό να στρίβει και να στρέφεται, και μπορεί να διατρέχει βλάβιση (Burton & Burton 2002, Carwardine 2008, Wilson et al. 2013a,b). Οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται από το τσιτάχ μπορεί να είναι μόνο ελαφρώς μεγαλύτερες από αυτές που επιτυγχάνονται από διάφορα είδη αντιλόπης όπως το pronghorn στα 88,5 km / h Carwardine 2008, και το springbok στα 88 km / h (Burton & Burton 2002), αλλά το τσιτάχ έχει επιπλέον μια εξαιρετική επιτάχυνση. Ένα βήμα από ένα καλπασμό τσιτάχ μετρά 4 έως 7 μέτρα. Το μήκος της πορείας και ο αριθμός των άλματος αυξάνεται με την ταχύτητα (Sunquist & Sunquist 2002). Κατά τη διάρκεια περισσότερου από το ήμισυ της διάρκειας του σπριντ, το τσιτάχ έχει και τα τέσσερα άκρα στον αέρα, αυξάνοντας το μήκος του βήματος (Taylor 1989). Τα τσιτάχ μπορούν να διατηρήσουν έως και το 90% της θερμότητας που παράγεται κατά τη διάρκεια του κυνηγιού. Μια μελέτη του 1973 έδειξε ότι το μήκος του σπριντ περιορίζεται από την υπερβολική συσσώρευση θερμότητας του σώματος όταν η θερμοκρασία του σώματος φτάσει τους 40-41°C. Ωστόσο, μια μελέτη του 2013 κατέγραψε τη μέση θερμοκρασία των τσιτάχ μετά τα κυνήγια να είναι 38,6°C, υποδηλώνοντας ότι οι υψηλές θερμοκρασίες δεν χρειάζεται να προκαλέσουν την εγκατάλειψη του κυνηγιού.

Σε έντονη αντίθεση με άλλα μεγάλα αιλουροειδή, το τσιτάχ δείχνει αρκετές προσαρμογές για παρατεταμένο κυνήγι (Russell & Bryant 2001). Το ελαφρύ, βελτιωμένο σώμα του το καθιστά κατάλληλο για μικρές, εκρηκτικές εκρήξεις ταχύτητας, γρήγορη επιτάχυνση και ικανότητα εκτέλεσης ακραίων αλλαγών στην κατεύθυνση ενώ κινείται με υψηλή ταχύτητα (West et al. 2018). Οι μεγάλες ρινικές δίοδοι εξασφαλίζουν γρήγορη ροή επαρκούς αέρα, και η διογκωμένη καρδιά και οι πνεύμονες επιτρέπουν τον εμπλουτισμό του αίματος με οξυγόνο σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό επιτρέπει στα τσιτάχ να ανακτήσουν γρήγορα την αντοχή τους μετά από ένα κυνήγι (Krausman & Morales 2005). Κατά τη διάρκεια ενός τυπικού κυνηγιού, ο αναπνευστικός ρυθμός τους αυξάνεται από 60 σε 150 αναπνοές ανά λεπτό (O'Brien & Wildt 1986). Επιπλέον, το μειωμένο ιξώδες του αίματος σε υψηλότερες θερμοκρασίες (συνηθισμένο στους μυς που κινούνται συχνά) θα μπορούσε να διευκολύνει τη ροή του αίματος και να αυξήσει τη μεταφορά οξυγόνου (Hendrick et al. 2019) (Εικόνα 19).



Εικόνα 19: η διογκωμένη καρδιά και οι πνεύμονες του τσιτάχ επιτρέπουν τον εμπλουτισμό του αίματος με οξυγόνο σε σύντομο χρονικό διάστημα

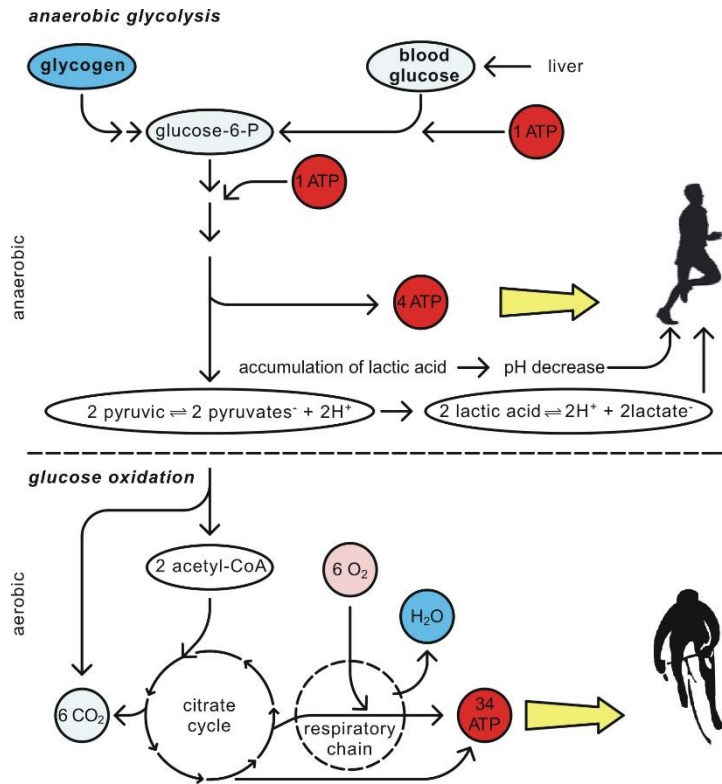
Καθώς τρέχει, εκτός από την καλή πρόσφυση λόγω των ημι-ανασυρόμενων νυχιών τους, τα τσιτάχ χρησιμοποιούν την ουρά τους ως μέσο διεύθυνσης που μοιάζει με πηδάλιο που τους επιτρέπει να κάνουν απότομες στροφές, απαραίτητες για να ξεπεράσουν τις αντιλόπες που συχνά αλλάζουν κατεύθυνση για να διαφύγουν κατά τη διάρκεια ενός κυνηγιού (Mills & Hes 1997, Sunquist & Sunquist 2002). Τα παρατεταμένα νύχια αυξάνουν την πρόσφυση στο έδαφος. Τα άκρα του τσιτάχ είναι μακρύτερα από ό, τι είναι τυπικό για άλλα αιλουροειδή αντίστοιχου μεγέθους. Οι μύες των μηρών είναι μεγάλοι, και η κνήμη και η περόνη συγκρατούνται στενά μεταξύ τους κάνοντας τα πίσω πόδια λιγότερο πιθανό να περιστραφούν (Εικόνα 20). Αυτό μειώνει τον κίνδυνο απώλειας ισορροπίας κατά τη διάρκεια του κυνηγιού, αλλά θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα αναρρίχησης. Η εξαιρετικά μειωμένη κλείδα συνδέεται μέσω συνδέσμων με την ωμοπλάτη, της οποίας η κίνηση που μοιάζει με εκκρεμές αυξάνει το μήκος του βήματος και βοηθά στην απορρόφηση των κραδασμών. Η επέκταση της σπονδυλικής στήλης μπορεί να προσθέσει έως και 76 cm στο μήκος του βήματος (Bertram & Gutmann 2009, Londei 2000).



Εικόνα 20: Σχηματικό διάγραμμα της άρθρωσης του αστραγάλου, που δείχνει την ισορροπία ροπής (M) της δύναμης του εκτατήρα μυ (F) σε σχέση με τη δύναμη αντίδρασης του εδάφους (G), η οποία εξαρτάται από τους βραχίονες ροπής (R). Οι αρθρώσεις του τσιτάχ και λιονταριού παρουσιάζουν διαφορετικά μηχανικά πλεονεκτήματα. Το μακρύ μπροστινό μέρος του ποδιού και το κοντό πέλμα του τσίτα του δίνουν μια πολύ υψηλή «σχέση μετάδοσης» (R / r). Το μικρότερο ποσοστό μετάδοσης, είναι λιγότερο αποτελεσματικό στην επίτευξη ταχείας επιτάχυνσης στο λιοντάρι

Παρόλες τις παραπάνω προσαρμογές, η ταχύτητα του τσιτάχ περιορίζεται λόγω της αυξημένης συσσώρευσης γαλακτικού οξέος στους μυς, και το τσιτάχ είναι αναγκασμένο να σταματήσει όταν η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος ξεπεράσει το όριο του κατωφλίου του γαλακτικού οξέος (lactic acid threshold) (Hunter & Hamman 2003). Η κατανόηση του κατωφλίου γαλακτικού οξέος απαιτεί την κατανόηση του μεταβολισμού του γαλακτικού οξέος και τη διαφορά μεταξύ αερόβιας και αναερόβιας άσκησης. Η αερόβια άσκηση τροφοδοτείται κυρίως μέσω της παροχής οξυγόνου στους μυς, αλλά όταν το οξυγόνο δεν μπορεί να μετακινηθεί στους μυς αρκετά γρήγορα, το σώμα αρχίζει να μεταβολίζει τη γλυκόζη σε πυροσταφυλικό οξύ μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται γλυκόλυση. Η γλυκόλυση συμβαίνει πάντα και συνήθως το σώμα δεν χρειάζεται πραγματικά το πυροσταφυλικό που παράγεται, επομένως χρησιμοποιείται για να βοηθήσει το αερόβιο σύστημα. Αλλά όταν απαιτείται άμεσα περισσότερη ενέργεια, η γλυκόλυση αυξάνει την παραγωγή πυροσταφυλικού, το οποίο διασπάται περαιτέρω σε γαλακτικό οξύ, το οποίο επιτρέπει τη συνέχιση της διάσπασης της γλυκόζης (Εικόνα 21). Το αίμα έχει πάντα κάποια ποσότητα γαλακτικού οξέος, αλλά το κατώφλι του γαλακτικού είναι το σημείο στο οποίο το σώμα παράγει γαλακτικό οξύ πιο γρήγορα από ότι μπορεί να το απομακρύνει, προκαλώντας τη συσσώρευση του στο αίμα. Αυτό συμβαίνει γρήγορα και μπορεί να συνεχιστεί έως ότου το αίμα συσσωρεύσει μεγάλες ποσότητες γαλακτικού οξέος για να συνεχίσει να λειτουργεί. Η διαδικασία παράγει συναισθήματα που ποικίλλουν από άβολα έως σχεδόν αφόρητα. Το γαλακτικό είναι υπεύθυνο για την αίσθηση καψίματος στους μυς μετά από έναν

σκληρό αγώνα ή προπόνηση, η οποία προκαλείται ως αποτέλεσμα της συσσώρευσης του γαλακτικού οξέος, ως υποπροϊόν του αναερόβιου μεταβολισμού. Η συσσώρευση αυτή λειτουργεί ως μηχανισμός ασφαλείας που εμποδίζει τους μυς να τραυματιστούν από υπερβολική άσκηση.



Εικόνα 21: Το μονοπάτι του μεταβολισμού της γλυκόζης κατά την αναερόβια και αερόβια άσκηση

Όλο αυτό το σύστημα είναι επίσης ο λόγος για τον οποίο τα τσιτάχ μπορούν να τρέξουν τόσο γρήγορα, αλλά χρειάζονται μεγάλες χρονικές περιόδους μεταξύ των αποτυχημένων κυνηγιών. Είναι εξαιρετικά αποτελεσματικά στη γλυκόλυση, αλλά ουσιαστικά λιγότερο αποτελεσματικά στην απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος από το αίμα τους μετά το κυνήγι (Hunter & Hamman 2003) (Εικόνα 22).



Εικόνα 22: Τσιτάχ το οποίο ξεκουράζεται μετά από το κυνήγι

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adams, D. B. (1979). "The cheetah: native American". *Science*. 205 (4411): 1155–1158. doi:10.1126/science.205.4411.1155.

Barnett, R.; Barnes, I.; Phillips, M. J.; Martin, L. D.; Harington, C. R.; Leonard, J. A. & Cooper, A. (2005). "Evolution of the extinct sabretooths and the American cheetah-like cat". *Current Biology*. 15 (15): R589–R590. doi:10.1016/j.cub.2005.07.052.

Bertram, J. E. A. & Gutmann, A. (2009). "Motions of the running horse and cheetah revisited: fundamental mechanics of the transverse and rotary gallop". *Journal of the Royal Society Interface*. 6 (35): 549–559. doi:10.1098/rsif.2008.0328.

Brookes, J. (1828). "Section Carnivora". *A Catalogue of the Anatomical and Zoological Museum of Joshua Brookes*. London: Richard Taylor. p. 16.

Burton, M. & Burton, R. (2002). *International Wildlife Encyclopedia*. 18 (3rd ed.). New York: Marshall Cavendish. pp. 2499–2501. ISBN 9780761472841

Caro, T. M. (1994). "Serengeti, and the taxonomy and natural history of cheetahs". *Cheetahs of the Serengeti Plains: Group Living in an Asocial Species*. Chicago: University of Chicago Press. pp. 15–48. ISBN 978-0-226-09434-2.

Carwardine, M. (2008). *Animal Records*. New York: Sterling. p. 11. ISBN 978-1-4027-5623-8.

Charruau, P.; Fernandes, C.; Orozco-terwengel, P.; Peters, J.; Hunter, L.; Ziaie, H.; Jourabchian, A.; Jowkar, H.; Schaller, G.; Ostrowski, S.; Vercammen, P.; Grange, T.; Schlotterer, C.; Kotze, A.; Geigl, E. M.; Walzer, C. & Burger, P. A. (2011). "Phylogeography, genetic structure and population divergence time of cheetahs in Africa and Asia: evidence for long-term geographic isolates". *Molecular Ecology*. 20 (4): 706–724. doi:10.1111/j.1365-294X.2010.04986.x.

Cherin, M.; Iurino, D. A.; Sardella, R. & Rook, L. (2014). "*Acinonyx pardinensis* (Carnivora, Felidae) from the Early Pleistocene of Pantalla (Italy): predatory behavior and ecological role of the giant Plio–Pleistocene cheetah". *Quaternary Science Reviews*. 87: 82–97. doi:10.1016/j.quascirev.2014.01.004.

Dobrynin, P.; Liu, S.; Tamazian, G.; Xiong, Z.; Yurchenko, A. A.; Krasheninnikova, K.; Kliver, S. & Schmidt-Küntzel, A. (2015). "Genomic legacy of the African cheetah, *Acinonyx jubatus*". *Genome Biology*. 16: 277. doi:10.1186/s13059-015-0837-4.

Durant, S.; Marker, L.; Purchase, N.; Belbachir, F.; Hunter, L.; Packer, C.; Breitenmoser-Würsten, C.; Sogbohossou, E.; Bauer, H. (2008a). "*Acinonyx jubatus ssp. venaticus*". IUCN Red List of Threatened Species. e.T220A13035342. doi:10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T220A13035342.en

Durant, S.; Marker, L.; Purchase, N.; Belbachir, F.; Hunter, L.; Packer, C.; Breitenmoser-Würsten, C.; Sogbohossou, E. & Bauer, H. (2008b). "*Acinonyx jubatus ssp. hecki*". IUCN Red List of Threatened Species. e.T221A13035738. doi:10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T221A13035738.en

Durant, S.; Mitchell, N.; Ipavec, A. & Groom, R. (2015). "*Acinonyx jubatus*". IUCN Red List of Threatened Species. 2015: e.T219A50649567

Faurby, S.; Werdelin, L. & Svenning, J. C. (2016). "The difference between trivial and scientific names: there were never any true cheetahs in North America". *Genome Biology*. 17 (1): 89. doi:10.1186/s13059-016-0943-y.

Hast, M. H. (1989). "The larynx of roaring and non-roaring cats". *Journal of Anatomy*. 163: 117–121.

Hemmer, H.; Kahlke, R.-D. & Keller, T. (2008). "Cheetahs in the Middle Pleistocene of Europe: *Acinonyx pardinensis* (sensu lato) intermedius (Thenius, 1954) from the Mosbach Sands (Wiesbaden, Hesse, Germany)". *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen*. 249 (3): 345–356. doi:10.1127/0077-7749/2008/0249-0345.

Hedrick, M. S.; Kohl, Z. F.; Bertelsen, M.; Stagegaard, J.; Fago, A. & Wang, T. (2019). "Oxygen transport characteristics of blood from the fastest terrestrial mammal, the African cheetah (*Acinonyx jubatus*)". *The FASEB Journal*. 33 (S1). doi:10.1096/fasebj.2019.33.1_supplement.726.2.

Hudson, P. E.; Corr, S. A. & Wilson, A. M. (2012). "High speed galloping in the cheetah (*Acinonyx jubatus*) and the racing greyhound (*Canis familiaris*): spatio-temporal and kinetic characteristics". *Journal of Experimental Biology*. 215 (14): 2425–2434. doi:10.1242/jeb.066720.

Hunter, L. (2005). *Cats of Africa: Behaviour, Ecology, and Conservation*. Cape Town: Struik. pp. 20–23. ISBN 978-1-77007-063-9.

Hunter, L. (2015). "Cheetah *Acinonyx jubatus* (Schreber, 1776)". *Wild Cats of the World*. London: Bloomsbury. pp. 167–176. ISBN 978-1-4729-1219-0.

Hunter, L. & Hamman, D. (2003). "Cheetah". Struik Publishers, 2003. ISBN 978 1 77584 103 6

Johnson, W. E. (2006). "The Late Miocene radiation of modern Felidae: a genetic assessment". *Science*. 311 (5757): 73–77. doi:10.1126/science.1122277.

Johnson, W. E. & O'Brien, S. J. (1997). "Phylogenetic reconstruction of the Felidae using 16S rRNA and NADH-5 mitochondrial genes". *Journal of Molecular Evolution*. 44 (S1): S98–S116. doi:10.1007/PL00000060

Kitchener, A.; Van Valkenburgh, B. & Yamaguchi, N. (2010). "Felid form and function". In Macdonald, D. W. & Loveridge, A. J. (eds.). *Biology and Conservation of Wild Felids*. Oxford: Oxford University Press. pp. 83–106. ISBN 978-0-19-923445-5.

Kitchener, A. C.; Breitenmoser-Würsten, C.; Eizirik, E.; Gentry, A.; Werdelin, L.; Wilting, A.; Yamaguchi, N.; Abramov, A. V.; Christiansen, P.; Driscoll, C.; Duckworth, J. W.; Johnson, W.; Luo, S.-J.; Meijaard, E.; O'Donoghue, P.; Sanderson, J.; Seymour, K.; Bruford, M.; Groves, C.; Hoffmann, M.; Nowell, K.; Timmons, Z. & Tobe, S. (2017). "A revised taxonomy of the Felidae: the final report of the Cat Classification Task Force of the IUCN Cat Specialist Group" (PDF). *Cat News (Special Issue 11)*: 30–31.

Krausman, P. R. & Morales, S. M. (2005). "*Acinonyx jubatus*". *Mammalian Species*. 771: 1–6. doi:10.1644/1545-1410(2005)771[0001:aj]2.0.co;2.

Londei, T. (2000). "The cheetah (*Acinonyx jubatus*) dewclaw: specialization overlooked". *Journal of Zoology*. 251 (4): 535–547.

Lydekker, R. (1893). "The hunting leopard". *The Royal Natural History*. 1. London: Frederick Warne & Co. pp. 442–446.

Marker, L.; Cristescu, B.; Morrison, T.; Flyman, M. V.; Horgan, J.; Sogbohossou, E. A.; Bissett, C.; van der Merwe, V.; Machado, I. B. de M.; Fabiano, E.; van der Meer, E.; Aschenborn, O.; Melzheimer, J.; Young-Overton, K.; Farhadinia, M. S.; Wykstra, M.; Chege, M.; Abdoukarim, S.; Amir, O. G.; Mohanun, A. S.; Paulos, O. D.; Nhabonga, A. R.; M'soka, J. L. J.; Belbachir, F.; Ashenafi, Z. T. & Nghikembua, M. T. (2018). "Cheetah rangewide status and distribution". In Marker, L.; Boast, L. K. & Schmidt-Kuntzel, A. (eds.). *Cheetahs: Biology and Conservation*. London: Academic Press. pp. 33–54. ISBN 978-0-12-804088-1.

Meachen, J.; Schmidt-Kuntzel, A.; Haefele, H.; Steenkamp, G.; Robinson, J. M.; Randau, M. A.; McGowan, N.; Scantlebury, D. M.; Marks, N.; Maule, A. & Marker, L. (2018). "Cheetah specialization: physiology and morphology". In Marker, L.; Boast, L. K. & Schmidt-Kuntzel, A. (eds.). *Cheetahs: Biology and Conservation*. London: Academic Press. pp. 93–106. ISBN 978-0-12-804088-1.

- Mills, G. & Hes, L. (1997). *The Complete Book of Southern African Mammals* (1st ed.). Cape Town: Struik. pp. 175–177. ISBN 978-0-947430-55-9.
- Nowak, R. M. (2005). "Cheetah *Acinonyx jubatus*". *Walker's Carnivores of the World*. Baltimore: Johns Hopkins University Press. pp. 270–272. ISBN 978-0-8018-8032-2.
- O'Brien, S. J. & Johnson, W. E. (2007). "The evolution of cats". *Scientific American*. 297 (1): 68–75. doi:10.1038/scientificamerican0707-68.
- O'Brien, S. J. & Wildt, M. B. D. (1986). "The cheetah in genetic peril". *Scientific American*. 254 (5): 68–76. doi:10.1038/scientificamerican0586-84.
- Pocock, R. I. (1917). "The classification of the existing Felidae". *Annals and Magazine of Natural History*. Series 8. (119): 329–350. doi:10.1080/00222931709487018.
- Russell, A. P. & Bryant, H. N. (2001). "Claw retraction and protraction in the Carnivora: the cheetah (*Acinonyx jubatus*) as an atypical felid". *Journal of Zoology*. 254 (1): 67–76. doi:10.1017/S0952836901000565.
- Schreber, J. C. D. (1777). "Der Gepard (The cheetah)". *Die Säugthiere in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen [The Mammals in Illustrations according to Nature with Descriptions]* (in German). Dritter Theil. Erlangen: Wolfgang Walther. pp. 392–393.
- Slater, P. (1877). "The secretary on additions to the menagerie". *Proceedings of the Zoological Society of London*: 530–533.
- Sears, E. S. (2015). "Running and human evolution (7,000,000-50,000 BC)". *Running through the Ages* (2nd ed.). North Carolina: McFarland & Company. pp. 7–14. ISBN 978-1-4766-2086-2.
- Skinner, J. D. & Chimimba, C. T. (2005). "Subfamily *Acinonychinae* Pocock 1917". *The Mammals of the Southern African Subregion* (3rd ed.). New York: Cambridge University Press. pp. 379–384. ISBN 978-0521844185.
- Sunquist, F. & Sunquist, M. (2002). "Cheetah *Acinonyx jubatus* (Schreber, 1776)". *Wild Cats of the World*. Chicago: The University of Chicago Press. pp. 19–36. ISBN 978-0-226-77999-7.
- Taylor, M. E. (1989). "Locomotor adaptations by carnivores". In Gittleman, J. L. (ed.). *Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution*. New York: Springer. pp. 382–409. doi:10.1007/978-1-4757-4716-4_15.

Van Valkenburgh, B.; Grady, F. & Kurtén, B. (1990). "The Plio-Pleistocene cheetah-like *Miracinonyx inexpectatus* of North America". *Journal of Vertebrate Paleontology*. 10 (4): 434–454. doi:10.1080/02724634.1990.10011827.

Van Valkenburgh, B.; Pang, B.; Cherin, M. & Rook, L. (2018). "The cheetah: evolutionary history and paleoecology". In Marker, L.; Boast, L. K. & Schmidt-Kuentzel, A. (eds.). *Cheetahs: Biology and Conservation*. London: Academic Press. ISBN 978-0-12-804088-1.

Werdelin, L.; Yamaguchi, N.; Johnson, W. E. & O'Brien, S. J. (2010). "Phylogeny and evolution of cats (Felidae)". In Macdonald, D. W. & Loveridge, A. J. (eds.). *Biology and Conservation of Wild Felids*. Oxford, UK: Oxford University Press. pp. 59–82. ISBN 978-0-19-923445-5.

West, T. G.; Curtin, N. A.; McNutt, J. W.; Woledge, R. C.; Golabek, K. A.; Bennitt, E.; Bartlam-Brooks, H. L. A.; Dewhurst, O. P.; Lorenc, M.; Lowe, J. C.; Wilshin, S. D.; Hubel, T. Y. & Wilson, A. M. (2018). "Biomechanics of predator–prey arms race in lion, zebra, cheetah and impala". *Nature*. 554 (7691): 183–188. doi:10.1038/nature25479.

Wilson, A. M.; Lowe, J. C.; Roskilly, K.; Hudson, P. E.; Golabek, K. A. & McNutt, J. W. (2013a). "Locomotion dynamics of hunting in wild cheetahs". *Nature*. 498 (7453): 185–189. doi:10.1038/nature12295.

Wilson, J. W.; Mills, G.; Wilson, R. P.; Peters, G.; Mills, M. E.; Speakman, J. R.; Durant, S. M.; Bennett, N. C.; Marks, N. J. & Scantlebury, M. K. (2013b). "Cheetahs, *Acinonyx jubatus*, balance turn capacity with pace when chasing prey". *Biology Letters*. 9 (5): 20130620. doi:10.1098/rsbl.2013.0620.

Wozencraft, W.C. (2005). "*Acinonyx jubatus*". In *Wilson, D.E.; Reeder, D.M (eds.). Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed.)*. Johns Hopkins University Press. pp. 532–533. ISBN 978-0-8018-8221-0.