



**UNIVERSITÀ
DI PARMA**

DIPARTIMENTO DI MEDICINA E CHIRURGIA

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN PSICOBIOLOGIA E
NEUROSCIENZE COGNITIVE**

**LEGGERE I VOLTI: LA FACIAL WIDTH-TO-HEIGHT
RATIO E LA FORMIDABILITÀ**

Relatore:

Chiar.mo Prof. DAVIDE PONZI

Correlatore:

Chiar.ma Prof.ssa PAOLA PALANZA

Laureando/a:

GIOVANNI TATTOLI

ANNO ACCADEMICO 2020 - 2021

INDICE

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1: TEORIA DELL'EVOLUZIONE E SELEZIONE

SESSUALE

1.1 SELEZIONE NATURALE pag.14

1.2 SELEZIONE SESSUALE pag.18

1.3 AGGRESSIVITÀ COME STRATEGIA COMPETITIVA
NELL'UOMO pag.22

1.4 COMPETIZIONE INTRASESSUALE e AGGRESSIVITÀ
NELLE FEMMINE pag.26

1.4.1 COMPETIZIONE INTRASESSUALE FEMMINILE
NELL'UOMO pag.31

CAPITOLO 2: LA FACIAL WIDTH-TO-HEIGHT RATIO

2.1 INDICI DI FORMIDABILITÀ pag.33

2.2 LA FACIAL WIDTH-TO-HEIGHT RATIO (FWHR) pag.36

2.3 ALTRI TRATTI ASSOCIATI ALLA FWHR: AFFIDABILITÀ &
ATTRAENZA

2.3.1 AFFIDABILITÀ pag.41

2.3.2 ATTRAENZA pag.42

2.4 TESTOSTERONE ALLA BASE DELLA FWHR? pag.44

CAPITOLO 3: LA FWHR E LA PERCEZIONE DEI VOLTI

3.1 INTRODUZIONE	pag.47
3.2 OBIETTIVI	pag.48
3.3 MATERIALI E METODI	
3.3.1 PARTECIPANTI	pag.52
3.3.2 CONSENSO INFORMATO E ANAGRAFICA	pag.52
3.3.3 MANIPOLAZIONE EMOTIVA	pag.53
3.3.4 STUDIO PILOTA E MANIPULATION CHECK	pag.57
3.3.5 VOLTI E FWHR	pag.58
3.4 APPROCCIO STATISTICO	pag.60
3.5 RISULTATI	pag.59
3.5.1 CONTROLLO EFFETTO DELLA MANIPOLAZIONE	pag.63
3.5.2 AGGRESSIVITÀ	pag.63
3.5.3 FORZA	pag.66
3.5.4 ATTRAENZA	pag.70
3.6 GRAFICI	pag.74
3.7 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	pag.77

INTRODUZIONE

Da sempre, in natura, gli esseri viventi sono parte di una competizione evolutiva che premia il più forte, o per meglio dire colui che più si adatta al suo ambiente. Darwin fu il primo a introdurre il concetto di “selezione naturale”, definita la forza motrice alla base dell’evoluzione (Darwin 1871). Questa teoria è stata formulata per provare a spiegare come avvenga, all’interno di una specie, quell’accumulo di tratti biologici evolutivamente vantaggiosi che permette un maggior successo riproduttivo. Darwin introdusse anche il concetto di “selezione sessuale” come meccanismo alla base dell’evoluzione di tratti apparentemente stravaganti e svantaggiosi dal punto di vista della sopravvivenza. I fenotipi selezionati sessualmente sono dimorfici nei due generi, e sono strettamente legati alle strategie riproduttive di maschi e femmine. La selezione sessuale si compone della selezione intra-sessuale e selezione intersessuale. La prima riguarda aspetti di competizione tra individui dello stesso sesso e determina la comparsa di tratti vantaggiosi in questo tipo di competizione (taglia, armamentari etc.). La selezione intersessuale invece determina l’evoluzione di tratti che sono preferiti dagli individui dell’altro sesso in quanto sono correlati con la qualità dell’individuo che li manifesta (una maggior capacità di sopravvivenza; una maggior qualità genetica; maggior fertilità etc.) (Andersson, 1994).

Le interazioni antagonistiche sono un evento ricorrente nella storia evolutiva della nostra specie, sebbene ciò comporti una serie di rischi inevitabili, come il restare feriti (o addirittura la morte), l’esporsi a predatori, il consumo di energie, stress psicologico, peggioramento delle relazioni sociali ecc.

Per tanto la “fighting ability” o capacità combattiva è sicuramente un tratto da sempre molto importante, strettamente collegato alla capacità di ottenere e difendere risorse

(Resource-Holding Potential, RHP), un aspetto chiave della selezione intra- ed inter-sessuale. Nella maggior parte delle specie, tra cui la nostra, uno dei due sessi (generalmente i maschi, definiti ardenti) si ritrovano a dover competere per l'accesso alla risorsa riproduttiva limitata (la femmina, colei che per vincoli biologici investe di più nella cura della prole, per cui sceglie il proprio partner in base a tutta una serie di caratteristiche che riflettono la sua RHP).

Tramite la selezione intra- e inter- sessuale, specialmente nei maschi, si è ottenuto quindi un accumulo di quei tratti che ne aumentano le possibilità di ottenere un numero maggiore di partner di buona qualità, accrescendone il successo riproduttivo. Per tale ragione, derivando l'abilità di un maschio di trionfare nella competizione intra-sessuale da una complessa interazione di numerosi fenotipi morfologici e fisiologici, oltre che comportamentali (Graves, 2010), anche nella nostra specie alcuni tratti sessualmente dimorfici si sono evoluti per selezione sessuale, soprattutto quelli direttamente legati al successo riproduttivo.

Il termine dimorfismo sessuale si riferisce a delle differenze tra i sessi in tratti morfologici e comportamentali, esclusi gli organi riproduttivi (Plavcan, 2001), con una particolare attenzione a quei tratti che si sono evoluti grazie alla selezione sessuale (Crook, 1972). L' *Homo sapiens* è una specie che presenta dimorfismo sessuale, sebbene in forma moderata rispetto a varie specie di primati (Plavcan, 2001). Le evidenze supportano l'idea che la selezione sessuale abbia agito maggiormente sui tratti maschili, a causa della maggiore variabilità nel successo riproduttivo maschile (Hammer et al., 2008). Negli umani tale dimorfismo sessuale, seppur minore rispetto a quello di altre specie, è visibile nelle dimensioni corporee (Rogers and Mukherjee, 1992), nella massa muscolare (Laforest et al., 1990; Maughn et al., 1983), e nella distribuzione dei muscoli

(Janssen et al., 2000). Questi tratti spesso risultano utili durante scontri fisici o durante esibizioni ritualizzate. Ciò indica che il conflitto diretto tra maschi ha avuto una influenza importante sul successo riproduttivo maschile durante la storia evolutiva della nostra specie (Bribiescas, 2006; Clutton-Brock, 1985).

Ci sono anche evidenze forensi, tramite studio di resti di crani, le quali confermano che le interazioni antagonistiche tra i nostri antenati, specialmente nel genere maschile, erano comuni, generando, probabilmente, una forza selettiva significativa nel nostro ambiente ancestrale (Manson et al. 1991; Walker 1997, 2001). Per questo motivo la capacità combattiva degli individui è stata spesso al centro dell'interesse dei ricercatori, in quanto fattore importante nel corso dell'evoluzione della nostra specie. RegISTRAZIONI storiche e letteratura etnografica contengono numerosi esempi di atti di scontri fisici in diverse culture umane attorno al globo (Archer 2009; Horns et al. 2015; Walker 2001), e i combattimenti ritualizzati in forma di lotta sportiva o arti marziali sono anch'essi comuni e hanno una lunga storia (Green 2010). Ciò conferma che la lotta e gli scontri fisici siano dei pattern comportamentali ricorrenti nella nostra specie, in tutte le epoche e le culture (Trebicky et al 2017).

La forza fisica è indubbiamente una componente importante della capacità combattiva, tuttavia vi sono molti altri fattori che influiscono. La *fighting ability* è senza dubbio un costrutto complesso, influenzato da diverse caratteristiche quali per esempio la capacità di concentrazione sotto stress, la coordinazione mano-occhi, la resistenza generale o l'esperienza. In particolare, si è studiata la capacità di stimare e riconoscere suddetta abilità negli altri. Tale capacità risulta importante in quanto permette al soggetto di comprendere quante possibilità ha effettivamente di vincere uno scontro. Così facendo si hanno più informazioni per decidere se vale effettivamente la pena ingaggiare il

combattimento o se sia meglio ritirarsi. Parker, nel 1974, afferma che la decisione di battersi o meno derivi da una valutazione delle relative RHP, proprie e dell'avversario. Successivamente, Arnott ed Elwood (2009) controbattono, sulla base di evidenze in varie specie, asserendo che il combattente compie la propria valutazione prestando attenzione solo alle proprie caratteristiche, ignorando quelle dell'avversario. Ciò sembra essere confermato anche negli umani. Watkins e colleghi, nel 2010, dimostrarono infatti come gli individui più alti, o che si sentivano più forti in quel dato momento, tendessero ad avere una ridotta abilità di discriminare la dominanza maschile tramite i volti (Sell et al., 2012). Gli autori imputano tale tendenza a un meccanismo di risparmio cognitivo, per cui l'avere una buona considerazione della propria abilità combattiva e della propria dominanza fisica renda meno necessaria la valutazione delle stesse caratteristiche degli avversari prima di una escalation verso la lotta. Tuttavia, ciò potrebbe comportare comunque una serie di rischi nel caso in cui si incontri qualcuno più forte e aggressivo di noi. Pertanto, l'ipotesi più accreditata è che, negli umani, avvenga sempre una valutazione delle caratteristiche dell'avversario prima di ingaggiare un combattimento (Arnott and Elwood, 2009). La Animal Contest Theory, in particolare, si basa sull'idea che le decisioni strategiche (come il prender parte o fuggire da un combattimento) siano basate su una valutazione della capacità combattiva propria e altrui (Lane, 2020).

Le varie specie utilizzano diversi canali sensoriali per soppesare la capacità combattiva di un potenziale rivale, specialmente sensi distali come vista, udito e tatto, i quali permettono di effettuare una stima del potenziale avversario da una distanza di sicurezza. Inoltre, tali valutazioni vengono mantenute nel tempo e vengono usate per calibrare i propri comportamenti, anche sulla base di precedenti vittorie e sconfitte. Spesso, per una migliore valutazione, i soggetti in conflitto attivano una serie di

comportamenti ritualizzati, tramite i quali i contendenti studiano vicendevolmente la propria formidabilità, fino alla resa di uno dei due contendenti, il quale si riconosce come più debole, permettendo una riduzione dei costi del combattimento per entrambi gli sfidanti (Sell et al. 2012). Ne consegue quindi che qualsiasi individuo capace di stimare correttamente la possibilità di vincere un combattimento, può fare scelte più accurate riguardo l'iniziare o il ritirarsi da una lotta, ottenendo potenzialmente un vantaggio selettivo riducendo i costi e aumentando i benefici di un potenziale scontro (Třebický et al., 2021). In particolare, la teorizzazione della presenza di differenze individuali nella sensibilità nel riconoscimento della dominanza altrui (Watkins et al., 2010) confermerebbe l'idea che la capacità di individuare quei sottili indizi di dominanza serva per ridurre i costi di un possibile conflitto (Puts et al., 2006). Questi risultano più alti per soggetti con un basso status sociale, come riscontrato negli studi di Watkins (2010) e Puts (2006). Ne consegue che questi soggetti necessitano di avere una accurata capacità di analisi e stima della forza e della aggressività altrui. Va però menzionato che Lefevre e colleghi (2014) non sono stati in grado di replicare del tutto i risultati di Watkins e Puts a tal proposito. Solo in uno dei 3 studi da loro condotti si è trovata una correlazione negativa tra livelli di aggressività percepita in volti maschilini e livello di dominanza fisica auto-riportata. Sembrerebbe quindi che la selezione naturale abbia favorito l'evoluzione di meccanismi cognitivi e comportamentali che facilitano la stima della fighting ability (Třebický et al., 2021). È risaputo che la percezione di numerose caratteristiche socialmente rilevanti importanti in contesti sociali sono spesso determinate da tratti morfologici. In molte specie è stato documentato come l'ispezione visiva diretta della taglia e della corporatura altrui sia una delle principali determinanti della dominanza sociale (Třebický et al., 2017). Diversamente da altre specie animali, gli esseri umani non

sono dotati di particolari ornamenti anatomici utilizzabili come arma. Molto probabilmente, la maggior parte degli scontri fisici, prima dell'introduzione delle armi, si basava sull'uso di pugni, come dimostrato dall'utilizzo universale di questa tecnica tra le varie culture in combattimenti di strada o sportivi (Horns et al. 2015; Morgan & Carrier, 2013). Per tale ragione, per molto tempo, la forza fisica della parte superiore del corpo è stata la principale componente dell'abilità di infliggere costi agli altri, aspetto critico in una lotta (Třebický et al., 2021). Studi che si sono focalizzati invece sulla osservazione della localizzazione dei danni inflitti durante un scontro fisico, hanno riscontrato che il volto è la zona più comunemente colpita durante un combattimento (Brink et al. 1998; Shepherd et al. 1990; Carrier & Morgan, 2015). Ciò è interessante, in quanto, le ossa che più frequentemente risultano fratturate sono quelle del cranio. Queste mostrano un maggior aumento di robustezza durante l'evoluzione della specie Homo (Carrier and Morgan 2014), e sono inoltre le parti del cranio maggiormente sessualmente dimorfiche (Enlow et al. 1996). Se ne consegue quindi che un soggetto con un volto più robusto possa essere percepito potenzialmente più forte in quanto meno suscettibile a traumi e che quindi questa abilità si cognitiva si sia evoluta mediante selezione intra-sessuale.

Gli esseri umani mostrano un notevole dimorfismo sessuale nelle caratteristiche facciali, difatti è possibile determinare se un soggetto sia biologicamente maschio o femmina da una semplice foto del suo volto con il 95% di accuratezza (Burton et al., 1993). I volti umani, anche quelli statici, sono stimoli sociali complessi molto informativi (Bruce & Young, 1998). Essi forniscono una serie di informazioni di base come sesso, età e razza di un individuo, ma anche informazioni più elaborate come tratti di personalità e tendenze comportamentali (Penton-Voak et al., 2006; Sell et al., 2009). Ciò è

probabilmente una conseguenza della selezione sessuale, tuttavia quali siano le cause che hanno determinato questi cambiamenti nei volti maschili o femminili non è ancora certo. Una possibilità è che volti con chiare caratteristiche maschiline possano essere percepiti come più aggressivi e quindi la mascolinità del volto sarebbe stata selezionata nel contesto della intra-sexual selection. L'evoluzione dei tratti maschilini del viso potrebbero però essere il risultato anche di preferenze femminili, per esempio nel caso in cui la mascolinità facciale sia un indice di maggior resistenza ai parassiti. Essendo questo dimorfismo associato a una maggiore formidabilità, e quindi a una maggiore RHP e a una posizione gerarchica potenzialmente più elevata, questo tratto potrebbe essere stato selezionato a livello intersessuale come indicatore di un buon partner. Tuttavia, i dati in letteratura non sono a favore di tale ipotesi. Infatti le donne non giudicano i volti marcatamente maschilini come più attraenti rispetto a quelli meno maschilini (Scott, et al., 2014). Al contrario, la femminilità dei volti è una caratteristica molto attraente per gli uomini (Little et al., 2011). Per tale ragione, sembrerebbe avvalorata l'ipotesi che i volti maschilini siano stati modificati dalla selezione intra-sessuale. Quindi pare che il dimorfismo si sia sviluppato per proteggere elementi chiave nella sopravvivenza come occhi, cervello e apparato respiratorio (naso e bocca) durante i combattimenti (Carrier and Morgan, 2015), piuttosto che per rendersi più appetibili per una scelta femminile.

Il volto è uno dei principali mezzi utilizzati dall'uomo per raccogliere informazioni sui soggetti che lo circondano. Diverse sono le evidenze che dimostrano come differenti aspetti sia fisiologici che psicologici possano essere inferiti da volti statici, come ad esempio l'aggressività o l'affidabilità. Ad esempio, Berry (2010) dimostrò che i soggetti giudicati come più forti tendevano ad avere punteggi maggiori in assertività, aggressività e forza. Anche Sell e colleghi, nel 2009, chiesero a diversi

soggetti, provenienti da varie nazioni, di giudicare la forza di alcuni individui solo dalle foto dei loro volti, riscontrando che i giudizi dati erano correlati con la forza effettiva degli individui fotografati. Si è anche osservato come volti di criminali giudicati più violenti risultavano essere effettivamente appartenenti a soggetti implicati in reati più gravi (Stillman et al. 2010). Sono state rilevate inoltre diverse correlazioni positive tra la forza fisica della parte superiore del busto e valutazioni di dominanza del volto. In generale, tramite il volto si riesce a stimare accuratamente peso e altezza del soggetto (Re et al. 2013), così come la sua forza e abilità combattiva (Fink et al. 2007; Holzleitner and Perrett 2016; Windhager et al. 2011). Suddette correlazioni sono state riscontrate sia nelle società definite WEIRD (western, educated, industrialised, rich and democratic) che in quelle no-WEIRD (Sell et al., 2009 and Butovskaya et al., 2018) Per tale ragione, ci si è poi interrogati su quali siano i tratti del volto che vengono utilizzati per valutare la forza fisica di un soggetto. Sembrerebbe, dalla letteratura scientifica, che sopracciglia basse, mento largo, ampio naso e bocca stretta siano tratti correlati con la dominanza e la forza percepita sia nei volti naturali che in quelli generati al computer (Toscano et al. 2014), e che la forza fisica è associata a volti più tondeggianti con sopracciglia più ampie e mascelle più prominenti (Windhager et al., 2011). Attualmente, la misura più frequentemente utilizzata e studiata è la facial width-to-height ratio (FWHR) (Weston et al. 2007), cioè il rapporto della distanza da zigomo a zigomo, fratto l'altezza che va dal bordo superiore delle labbra al bordo inferiore del sopracciglio. Geniole & McCormick (2015) dimostrarono come la FWHR sia correlata con caratteristiche comportamentali e di personalità che includono comportamento aggressivo e percezione di aggressività, anche a livello cross culturale (Short et al. 2012). A livello forense Stirrat et al. (2012) hanno riscontrato che per gli uomini con volti più stretti (rapporto FWHR minore), ma

non per quelli con volti più larghi, il rischio di morte violenta è maggiore rispetto a quella per altre cause.

In un campione di combattenti di Arti Marziali Miste (MMA), la variazione nella FWHR è associata alle performance nei combattimenti e a una carriera migliore e più duratura, alla percezione di aggressività e fighting ability, e alla stima del peso (ma non dell'altezza) (Třebický et al., 2015). La FWHR è ben situata nella parte alta del volto, il triangolo occhi-naso-bocca è infatti la zona in cui maggiormente si rivolge lo sguardo quando si estraggono informazioni riguardanti gli altri. Da questa medesima zona vengono estratte anche una serie di informazioni sociali tra cui potenziali segni di minaccia (Bassili, 1979). La percezione di aggressività e dominanza generata dall'osservazione di un volto può essere influenzata dall'ampiezza delle mascelle (Dixson et al., 2012). Tuttavia, l'effetto di questa misura morfologica può essere "sporcata" dalla presenza di una variabile confondente come la barba (Ibidem). A differenza della misura intermascellare, l'associazione tra FWHR e aggressività è indipendente dalla presenza di barba (Geniole et al., 2015). La FWHR coinvolge processi a bassa frequenza spaziale, molto rapidi e che non necessitano di una messa a fuoco (Carré et al., 2010). Carré e colleghi hanno effettuato un'analisi comparativa tra vari indici di mascolinità e i giudizi di aggressività riportata. Dopo aver identificato 8 indici correlati con l'aggressività (ampiezza della fronte, prominenza della mascella, larghezza della bocca ecc.), si è visto come modificando i volti ma tenendo costante il rapporto (sfuocandoli o tagliandone le estremità superiori o inferiori, per esempio) i giudizi di aggressività rimanevano gli stessi, mentre spostandone gli elementi (stesse misure ma combinate diversamente modificando la ratio facciale) il giudizio veniva modificato.

In generale, come suggerito dalla meta-analisi di Geniole e colleghi del 2015, la facial width-to-height ratio può essere considerata parte di un sistema di valutazione dell'aggressività e della dominanza intrasessuale che si è evoluto negli uomini. I risultati forniscono un'evidenza addizionale che la FWHR è senza dubbio una base per la stima dell'aggressività nei volti. Le valutazioni di aggressività sono associate anche al grado di mascolinità dei volti, a sua volta correlato al rapporto FWHR. L'analisi regressiva ha però indicato che la FWHR rimane un predittore significativo dei giudizi di aggressività quando si controllano gli effetti delle valutazioni di mascolinità nei volti maschili, di femminilità nei volti femminili e i giudizi di attrattività in entrambi i sessi. Ciò dimostra che questo rapporto rimane un predittore significativo della mascolinità e che esso è indipendente da altri dimorfismi sessuali nei volti, come già accennato da Weston e colleghi nel 2007 (Geniole 2012).

Date tali premesse, nel nostro studio si è voluto indagare se la Facial Width-to-Height Ratio, sia effettivamente associata a giudizi di formidabilità: aggressività, forza fisica. Inoltre, essendo la formidabilità legata a una maggiore RHP, e quindi a una maggiore desiderabilità come partner, ci si è chiesti se questo indice potesse essere fonte di attrazione per i giudizi femminili. Ci si è chiesti inoltre se tali giudizi varino in base al genere del volto giudicato o del soggetto rispondente. Infine, si è voluto osservare se una manipolazione atta a modificare l'arousal emotivo e la sensazione di ansia e pericolo nei soggetti rispondenti avesse un impatto sulle valutazioni da essi riportati.

CAPITOLO 1: TEORIA DELL'EVOLUZIONE E SELEZIONE SESSUALE

1.1 SELEZIONE NATURALE

Dagli albori della vita sulla Terra le varie specie si sono impegnate in una rincorsa evolutiva. In questa lotta per la sopravvivenza sono i più forti, o meglio, coloro i quali si adattano di più al loro ambiente specifico, che sopravvivono e sono quindi capaci di trasmettere le proprie caratteristiche fenotipiche mediante trasmissione di informazioni genetiche alla generazione successiva. Darwin, nel 1859, pubblica il suo libro "*L'origine delle specie*", col quale cerca di spiegare come emergono nuove specie, e come determinate parti del corpo (come il lungo collo delle giraffe, o le proboscidi degli elefanti) si sviluppino per rispondere alle specifiche condizioni ambientali. Il trattato non venne accolto benevolmente dagli studiosi dell'epoca, in quanto inaccettabile per la chiesa e la dottrina cattolica considerare l'uomo come frutto di un processo evolutivo e non come l'apice dell'opera di Dio. L'autore con le sue considerazioni andava a minare alcuni dei capisaldi su cui la chiesa cattolica si poggiava, mettendo in crisi le teorie creazioniste e ponendo l'uomo allo stesso livello delle altre creature. Per tale ragione il saggio venne aspramente criticato, ma, malgrado il carattere blasfemo, l'elaborato ha da subito destato interesse, rivoluzionando la comprensione di come sia avvenuta l'evoluzione delle specie. Ci sono voluti diversi anni affinché la teoria darwiniana venisse globalmente accettata, ma il suo trattato è considerato ancora oggi una delle opere cardine nella storia della biologia. L'autore scrisse il suo libro durante un viaggio durato 5 anni in varie isole del Pacifico tra cui le Galapagos, le Mauritius e le Azzorre. Egli notò come delle specie simili a quelle europee che egli conosceva fossero presenti anche in quelle

isole lontane, come ad esempio i fringuelli. Osservando tuttavia più attentamente quegli uccelli, notò delle differenze fisiche e comportamentali notevoli rispetto ai fringuelli europei a cui era abituato. Approfondendo lo studio di tali aspetti, giunse alla conclusione che in realtà ci fosse una specie differente di fringuello in ciascuna delle isole che forma l'arcipelago della Galapagos. Tale analisi portò Darwin a ipotizzare che le specie di animali non fossero immutabili, ma che variassero nel tempo in base all'ambiente in cui si trovano a vivere (Buss, 2016). La teoria evolutiva postula e dimostra una modificazione nel tempo per selezione naturale in cui la variabilità tra i soggetti ne influenza la prevalenza.

La conclusione a cui giunge Darwin è che tutte le specie viventi sono tra loro imparentate e discendono da antenati comuni. Per spiegare la sua teoria Darwin parte da delle considerazioni di base che si basano sulle teorie introdotte da studiosi dell'epoca. Malthus, un economista, nel 1798, pubblicò un saggio intitolato *An essay of the principle of the population* tradotto come "sul principio della popolazione". In quest'opera l'autore introdusse un concetto molto importante: il potenziale riproduttivo di una specie è limitato. Le risorse presenti nell'ambiente sono di numero finito, quindi sufficienti a sostenere la vita di un quantitativo circoscritto di individui. Per tale ragione, gli esemplari di una specie si ritrovano a dover competere per poter accedere alle risorse necessarie per la sopravvivenza. Inoltre, gli individui all'interno di una specie sono dotati di una variabilità individuale nelle loro caratteristiche, e tale variabilità risulta (almeno in parte) geneticamente ereditabile. Date tali premesse, ne consegue che la sopravvivenza dei vari soggetti non è casuale, ma legata alla presenza di determinati tratti che risultano più adatti in quell'ambiente specifico. Quei caratteri vengono poi trasmessi alla prole che a sua volta li tramanderà alla propria progenie. L'idea di ereditarietà di Darwin era basata sulle teorie

Lamarckiane che all'epoca andavano per la maggiore. Lamarck postulava che fosse l'uso e il disuso dei vari organi a comportarne lo sviluppo o la recessione, e che poi tali caratteristiche fossero trasmesse sempre alla progenie. Darwin propose, basandosi sulle conoscenze del suo tempo, la teoria della pangenesi: questa ipotizza la presenza di "gemmule", microscopiche particelle presenti in ogni parte dell'organismo, che sarebbero passate alla progenie tramite le cellule sessuali. Tale idea venne poi abbandonata all'inizio del XX secolo quando Mendel rivoluzionò le leggi della genetica. Mendel giunse alla conclusione che l'ereditarietà fosse "particellare" (Buss, 2016) ossia che ci fossero dei fattori ereditari discreti, separati e distinti a cui successivamente si è dato il nome di geni. Secondo tale teoria i geni, definiti come la più piccola unità separata che viene ereditata intatta dalla prole, senza essere spezzata o miscelata (ibidem), sono ereditati per il 50% dal genotipo materno e per il restante 50% da quello paterno. Mendel fa una serie di considerazioni che successivamente, sono state riprese da vari genetisti come ad esempio Bateson. Egli introdusse il concetto di genotipo, elemento costituente di un individuo, formato dagli alleli, e di fenotipo, ossia il risultato dell'interazione tra genotipo e ambiente. La presenza di un allele non determina però che quel tratto venga espresso. Questo viene spiegato introducendo 3 leggi:

- Dominanza e uniformità: alcuni alleli sono dominanti mentre altri recessivi; la presenza di almeno un allele dominante nell'organismo comporta il fenotipo dettato da quell'allele.
- Segregazione: durante la formazione dei gameti gli alleli di ogni gene si segregano così che ogni gamete porti con sé solo un allele per ogni gene.
- Assortimento indipendente: i geni di tratti diversi si segregano in maniera indipendente durante la formazione dei gameti.

Per cui, un carattere di un genitore non è detto che venga ereditato sicuramente dalla progenie, così come questo potrebbe essere ereditato ma non visibile, malgrado ciò le teorie darwiniane rimangono comunque applicabili. Quindi, coloro dotati delle caratteristiche più adatte in un dato ambiente tendono a sopravvivere di più. Hanno quindi più possibilità di riprodursi e di conseguenza generare una prole più numerosa, che molto probabilmente erediterà quei tratti perpetuandoli nel tempo. Durante questa lotta per l'esistenza le caratteristiche che favoriscono la sopravvivenza dei più adatti all'ambiente specifico vengono conservate e tendono invece a scomparire le variazioni sfavorevoli. La teoria della selezione naturale permette di spiegare come avviene il cambiamento degli organismi nel tempo, sia all'interno della stessa specie che a livello di specie differenti che derivano da un progenitore comune. Darwin propose a supporto delle sue idee le evidenze fossili, grazie al ritrovamento di resti di specie simili a quelle ancora oggi in vita. Tecniche più moderne, quali l'analisi del DNA, confermano suddetta la teoria. È opportuno sottolineare che non sono i singoli individui a evolvere, bensì le popolazioni, che cambiano da una generazione all'altra. Inoltre, l'evoluzione non ha fine, non porta a organismi perfettamente adattati o superiori, questo perché un carattere dimostratosi utile in una data epoca o ambiente può essere sfavorevole in circostanze diverse. Ciò rimuove l'uomo dal piedistallo in cui egli si è posto e lo rimette allo stesso livello degli altri animali. Non è più essere superiore ma individuo meglio adattato alle circostanze del momento.

1.2 SELEZIONE SESSUALE

Dopo aver formulato la teoria della selezione naturale Darwin si pose un altro problema: come spiegare la presenza di strutture oggettivamente scomode e svantaggiose per la sopravvivenza in alcune specie. Riassunto anche come “*il dilemma della coda del pavone*” (Buss, 2016). Infatti, il pavone è dotato di una coda tanto bella quanto scomoda e ingombrante. Questa lo rende più visibile ai predatori, implica uno sforzo energetico notevole per il mantenimento posturale e lo rende più lento in caso di fuga da un aggressore. Ma, malgrado tutti questi aspetti negativi, la coda del pavone è fondamentale per il suo accoppiamento in quanto indicatore di buona qualità genetica del partner, aspetto chiave alla base della scelta femminile del partner. Sicché, quel tratto specifico risulta non tanto utile alla sopravvivenza quanto al successo riproduttivo. Quindi, Darwin affianca alla sua teoria della selezione naturale quella della selezione sessuale, ossia quel processo per cui un individuo viene favorito per le sue caratteristiche fenotipiche e comportamentali non perché ha maggiori possibilità di sopravvivenza, ma perché ha più probabilità di accoppiamento. La selezione sessuale viene divisa inoltre in intra-sessuale e inter-sessuale. Si parla infatti di successo riproduttivo differenziale come fattore alla base dell'evoluzione delle specie.

Il successo riproduttivo può essere quantificato come la quantità di geni trasmessi alla generazione successiva, in modo che anch'essi possano perpetuare quel patrimonio genetico. Diversi sono i modi in cui si può aumentare o ridurre il successo riproduttivo, questi variano da specie a specie ma sono anche fortemente influenzati dall'ambiente. A tal proposito Hamilton nel 1964 aggiunge al concetto di fitness classica (quantità di geni trasmessi ai propri figli) quello di fitness inclusiva. In quest'ultimo vengono racchiusi tutti gli sforzi attuati da un individuo per favorire la sopravvivenza e la riproduzione di

un proprio parente. Ciò, anche se in maniera indiretta, porta comunque a una perpetuazione del patrimonio genetico dell'individuo che si sacrifica, in quanto, almeno in parte, simile a quello del suo parente (i fratelli ad esempio condividono circa il 50% del patrimonio genetico). La selezione sessuale abbiamo detto essere divisa in selezione intra-sessuale e inter-sessuale. La prima è tipica dei maschi, definiti ardenti, che competono attivamente, spesso tramite scontri fisici, per l'accesso a una donna o ad un harem. La seconda, inter-sessuale, si basa invece sulla scelta effettuata dal partner di sesso opposto, generalmente le donne (choosing female). Questo perché in ogni dato momento ci sono più maschi attivi sessualmente capaci di riprodursi che femmine (Emlen et al., 1977). Ciò è spiegabile grazie al fatto che le donne sono dotate di gameti più grandi e immobili, le uova, differentemente dagli uomini i cui gameti sono piccoli e mobili, gli spermatozoi. Oltre che per la qualità e l'investimento richiesto i gameti prodotti dai due generi differiscono anche per quantità. Nella nostra specie gli uomini producono una quantità notevole di spermatozoi, circa 12 milioni di gameti all'ora, mentre le donne soltanto 400 nel corso della loro intera vita (Buss, 2016). I maschi, nella maggior parte delle specie del regno animale, hanno in un qualsiasi momento un numero di gameti sufficienti a fecondare le cellule uovo di diverse femmine. Quindi, maggiore è il numero di partner, più alto è il numero di cellule uovo fecondate, maggiore sarà il successo riproduttivo dell'individuo. Questo è il motivo per cui nella maggioranza delle specie del regno animale vi è la tendenza maschile a cercare di accoppiarsi con più femmine possibile, mentre, al contrario, alle femmine bastano uno o pochi accoppiamenti, in quanto il loro successo riproduttivo è limitato dal numero di cellule uovo che possono produrre (ibidem). Inoltre, nel caso di un atto riproduttivo, all'uomo basta un'eiaculazione per generare prole potenziale, comportando nella donna un investimento parentale obbligato

e dispendioso di tempo ed energie per tutto il periodo di gestazione/cova. Inoltre, in base alle specie, a questo si aggiunge un periodo più o meno lungo di cura del piccolo, incapace di badare a sé stesso, aumentando notevolmente i pericoli e i rischi che il genitore dovrà affrontare. Ciò risulta essere confermato anche in specie a investimento parentale invertito, come alcune tipi di mosche appartenenti alla famiglia delle empididi (Svensson 1997) o nel pesce ago (Rosenqvist 1990). In queste specie, in cui i maschi sono quelli che investono di più gameticamente e nella cura della prole, risultano loro il genere più selettivo, mentre le femmine si trovano a dover competere per l'accesso al partner (Trivers, 1972). Trivers propone quindi la sua teoria per cui il sesso che investe di più nella progenie risulta più selettivo nei confronti del genere opposto, in quanto sarebbe per lui sconveniente investire tanto su prole non dotata delle caratteristiche genetiche necessarie alla sopravvivenza. Al contrario, il genere meno coinvolto nella cura della discendenza sarà costretto a competere per l'accesso al partner, in quanto risorsa limitata, e non dovendo prendersi cura della progenie risulterà per lui più conveniente generare più prole possibile per aumentare il suo successo riproduttivo. Ciò è stato confermato sia a livello naturalistico che in laboratorio da Gwynne e colleghi nel 1990. Gli autori hanno analizzato il comportamento di una specie di tettigoniidi australiana (*Kawanaphila*) la cui disponibilità di cibo varia notevolmente in base alla stagione. In questa specie il maschio produce una spermatofora come regalo nuziale per la donna. Nel periodo in cui ci sono solo fiori poveri di polline la spermatofora è più difficile da produrre, quindi di gran valore per la femmina, ragion per cui il maschio è più selettivo nella scelta del partner. Tuttavia, quando fioriscono le xantoree (pianta dei cui fiori i tettigoniidi sono ghiotti) il quantitativo di cibo aumenta, i maschi producono più spermatofore e aumentano il loro tasso riproduttivo. Malgrado ciò, il tasso riproduttivo delle femmine rimane limitato in

quanto correlato al tempo di produzione delle uova. In questo periodo dell'anno sono le femmine, quindi, ad essere quindi più selettive, rifiutando addirittura, in certi casi, i donuziali dei maschi. Quanto detto è stato dapprima osservato in natura, e successivamente anche confermato tramite studi in laboratorio in cui si controllava il cibo a disposizione degli individui. (Gwynne et al., 1990). Quindi si è arrivati alla conclusione che sono le condizioni ambientali a stabilire i ruoli che i partner devono seguire per potersi riprodurre: chi che deve competere e chi invece sceglie. Questi ruoli inoltre non sono fissi, ma possono cambiare nel tempo. Ma questa dicotomia è davvero così netta? O ci sono dei casi in cui anche il sesso che rappresenta la risorsa produttiva limitante si ritrova a competere con co-specifici del proprio genere?

1.3 AGGRESSIVITÀ COME STRATEGIA COMPETITIVA NELL'UOMO

L'aggressività, seppur spesso non accettata socialmente, è una soluzione derivata dall'evoluzione (Buss et al., 1997). In natura competere per le risorse o semplicemente per la sopravvivenza è fondamentale. Gli esseri umani, più della maggior parte delle altre specie, amano fare scorta di elementi essenziali alla sopravvivenza, come cibo, acqua, posizioni strategiche, denaro ecc. Queste risorse possono essere ottenute in vari modi, tra questi ce ne sono diversi con cui risorse possedute da altri possono essere conquistate, dal commercio al furto, dalle minacce alla violenza fisica.

Sia a livello individuale che in gruppo, quotidianamente si possono vedere episodi in cui l'uomo usa la violenza o la paura da essa suscitata per ottenere risorse altrui: basta pensare agli atti di bullismo, le rapine, le richieste di pizzo da parte di malavitosi o le guerre per il territorio e le sue risorse. L'aver la reputazione di soggetto aggressivo può portare anche altri vantaggi oltre a beni materiali immediati, come il rendere meno probabile subire aggressioni da parte di altri e l'evitare o ridurre le possibilità di essere vittima di infedeltà sessuale. L'aggressività può anche essere uno dei modi utilizzati per acquisire un miglior status sociale. Per esempio all'interno di bande criminali coloro che si mostrano più forti e feroci sono quelli che guadagnano status, o in alcune popolazioni tribali come gli Yanomamö del Venezuela i guerrieri che sopravvivono a più combattimenti sono i più venerati e temuti (Chagnon, 1988). Ma l'uso della violenza e dell'aggressività per ottenere status non è una cosa circoscritta a queste popolazioni: anche nelle culture più moderne è presente questa celebrazione dell'aggressività. Forme di combattimento ritualizzate come la boxe, le varie arti marziali e tutti gli sport di lotta

presenti nel globo ne sono un esempio, così come lo è lo status sociale elevato attribuito alle alte cariche militari (Buss, 2016). Ovviamente la violenza incontrollata, soprattutto nelle società moderne, non è sempre ben vista, anzi spesso è condannata, ma rimane comunque parte della nostra quotidianità. Dai dati in letteratura sembra che sia l'uomo il sesso più violento. Daly e Wilson nel 1986 hanno condotto una indagine sugli omicidi avvenuti a Chicago tra il '65 e l'80 riscontrando che l'86% di questi era stato commesso da un uomo e che nell'80% dei casi anche la vittima era di sesso maschile. Tali dati sono stati confermati dagli stessi autori a livello cross-culturale nel 1988. Si è visto che, seppur con percentuali minori, in generale gli uomini sono più spesso sia vittime che colpevoli di omicidio.

Questa tendenza è spiegabile facendo riferimento alle teorie Darwiniane. Nella nostra, così come in molte altre specie, gli uomini hanno una varianza nel successo riproduttivo maggiore rispetto alle donne, in quanto facilmente aumentabile incrementando il numero di partner. Questa maggiore varianza nel tasso di successo riproduttivo porta inevitabilmente all'utilizzo di strategie rischiose pur di massimizzare lo stesso. Le specie con una maggiore varianza nella riproduzione tendono, infatti, a essere quelle in cui la competizione intra-sessuale per l'accesso al partner è maggiore, e ciò ha comportato nel corso dei secoli allo sviluppo di un dimorfismo sessuale notevole. Quanto detto è riscontrabile confrontando specie con sistemi nuziali differenti. Nelle specie poliginiche, in cui uno o pochi individui hanno l'accesso a tutte le femmine presenti nel territorio, gli individui hanno infatti un dimorfismo sessuale maggiore rispetto a specie monogame. Questo perché solo pochi maschi hanno il diritto di accoppiarsi e quindi riprodursi, ragion per cui quella posizione sarà altamente ambita e quindi contesa. Più intensa è la poliginia, maggiore sarà la competizione e maggiore il dimorfismo genetico. Negli elefanti di mare,

per esempio, in cui il 5% dei maschi di un gruppo è responsabile di circa l'85% delle nascite, il dimorfismo sessuale è enorme, con i maschi che arrivano ad essere fino a 4 volte più grossi e pesanti delle femmine (Campagna et al., 1988). Ciò è stato riscontrato anche tramite il confronto di varie specie di primati, tra cui la nostra, in cui si è mostrato come il sistema nuziale avesse un'influenza sul dimorfismo sessuale presente. In quelle specie in cui pochi maschi sono responsabili dell'accoppiamento di più femmine vi è una tendenza maggiore al rischio e all'uso di strategie pericolose come il ricorso alla violenza. Wilson e Daly a tal proposito notarono come uomini poveri e non sposati tendessero ad essere maggiormente coinvolti in omicidi. Di conseguenza, il ricorso alla violenza potrebbe essere considerato una strategia maschile estrema sviluppata per guadagnare l'accesso al partner e per evitare il fallimento riproduttivo. Ciò spiegherebbe perché sono gli uomini a commettere generalmente più atti violenti e rischiosi, ma spiega anche perché la maggior parte delle vittime sia anch'essa di genere maschile, in quanto concorrente per l'accesso alla femmina. A sostegno di tale ipotesi, gli autori hanno proposto i dati riguardanti gli omicidi dovuti a gelosia nei cosiddetti "triangoli amorosi", in cui il 92% degli omicidi commessi ha come vittima l'uomo, e solo l'8% la donna. In conclusione, sembrerebbe che gli uomini abbiano sviluppato una propensione psicologica verso la violenza come mezzo di controllo coercitivo e per eliminare fonti di conflitto.

Anche le donne, ovviamente, competono tra di loro e possono fare ricorso all'aggressività come strategia competitiva. Anch'esse tendono a presentare la maggior parte degli episodi di violenza diretta verso individui dello stesso sesso. Tuttavia, normalmente i soggetti di genere femminile nella nostra specie tendono ad utilizzare forme di aggressività indiretta mettendo in discussione le caratteristiche della rivale in modo da sminuirne il valore come partner (Björkqvist, 2018).

Zahn e colleghi (2008), in uno studio condotto negli Stati Uniti, hanno riscontrato che le donne coinvolte in arresti per semplici atti violenti sono circa il 33%, mentre i casi di violenza aggravata che vedono le donne protagoniste sono circa il 24%. Comunque i maschi rimangono il genere maggiormente coinvolto in atti violenti, soprattutto di tipo grave e che implicano l'uso di armi. Si è osservato anche che la maggior parte delle aggressioni avviene comunque tra individui dello stesso sesso.

1.4 COMPETIZIONE INTRASESSUALE e AGGRESSIVITÀ NELLE FEMMINE

Darwin fu il primo a parlare di competizione intra-sessuale come pressione selettiva. Egli notò per primo come individui dello stesso sesso si ritrovino a dover competere tramite scontri fisici diretti per accedere a risorse presenti in maniera limitata sul territorio, come per esempio cibo, siti di nidificazione, partner ecc. per massimizzare il loro successo riproduttivo (Darwin, 1871). Tuttavia, Darwin focalizzò tale concetto sulla lotta tra i maschi, definiti ardenti, che competono per il possesso di partner di genere femminile. Come lui, molti degli studiosi che hanno proseguito il suo filone di ricerca hanno continuato a focalizzarsi solo sul genere maschile (Stockley et al., 2013), includendo le femmine solo nel momento in cui si parla di inter-sessualità.

Studi più recenti hanno però mostrato come la competizione intra-sex sia presente anche nelle donne, e non solo nelle specie a ruoli sessuali invertiti. Ovviamente il tipo di competizione che avviene nei due generi non è identico. Tra le differenze più evidenti c'è la tendenza più spiccata ad aggredire apertamente un rivale nel genere maschile, e la maggior presenza nello stesso di caratteristiche sessuali secondarie (armi e ornamenti) da utilizzare durante competizioni dirette tra soggetti (Clutton-Brock, 2007). Inoltre per i maschi la competizione deriva dal desiderio di ottenere più partner possibili, nelle femmine si compete per i partner di miglior qualità. Ciò potrebbe essere facilmente spiegato facendo riferimento alla teoria Darwiniana. Secondo la quale in un qualsiasi dato momento ci sono più uomini disponibili a riprodursi rispetto alle donne. Questo dipende dal fatto che nell'uomo la produzione gametica è più rapida, e tutti i costi relativi alla gravidanza ed alla cura del neonato sono affibbiati prevalentemente alla donna. Per tale

ragione, sarebbero gli uomini quelli a dover competere tra di loro in quanto le donne disponibili sono in numero inferiore. Nonostante ciò, tralasciando specie a ruoli sessuali invertiti in cui è la femmina ad essere il soggetto più grosso e forte fisicamente che compete per l'accesso al partner, esempi di competizioni intense e aggressioni tra soggetti di genere femminile non sono così rare. Difatti casi di scontri intra-sessuali femminili sono presenti in una molteplicità di specie, anche in quelle in cui la femmina è la risorsa riproduttiva limitante (Clutton-Brock, 2007; Stockley et al., 2011; Rosvall 2011).

In generale, sappiamo che in tutto il regno animale gli scontri troppo violenti vengono evitati (Maynard-Smith et al., 1973). In ogni specie si è sviluppato un sistema di segnalazione della resa, da parte dello sconfitto, che porta alla fine dello scontro. Malgrado ciò episodi di aggressioni estreme, che portano a ferite gravi e/o alla morte, seppur piuttosto rare nell'ecosistema, avvengono nel caso in cui vi sia una posta in gioco notevole (come l'accesso esclusivo su un harem o su un buon sito di foraggiamento) (Clutton-Brock, 1988). Ci sono esempi di aggressioni letali anche nelle femmine, quando esse competono per risorse essenziali per la riproduzione (Parker, 1988; Pusey et al., 2013). Alcuni studi hanno addirittura considerato tale tendenza maggiore nel sesso femminile, in quanto nei maschi, di indole più combattiva, si notano un maggior numero di comportamenti ritualizzati, atti a impedire un'escalation di violenza, cosa presente in maniera minore nel genere femminile (Rosvall 2011; Elias et al., 2010). Nelle femmine la lotta sembra più selvaggia, senza regole. Probabilmente ciò è dovuto al fatto che tale risposta comportamentale risulta attivata in condizioni estreme (situazioni di pericolo, livelli estremi di rabbia ecc.) e non per stabilire gerarchie come nel sesso opposto. Inoltre, nei maschi già dalla prima infanzia vi è una socializzazione con le norme che regolano un incontro "pulito", cosa non presente nelle femmine.

Analizzando la competizione intra-sessuale in entrambi i generi di diverse specie, si è giunti alla conclusione che il vivere in gruppo sia uno degli elementi principali che porta inevitabilmente ad un aumento della competizione per le risorse. Ciò comporta, in entrambi i generi, uno sviluppo di caratteristiche fisiche e comportamentali differenti per accedere ai beni disponibili sul territorio. Nonostante la competizione intra-sessuale sia maggiormente visibile negli uomini, anche le donne competono tra di loro. Le femmine, sia negli umani che in altre specie di vertebrati, si contendono risorse utili alla sopravvivenza e alla riproduzione, oltre che l'accesso ai partner più appetibili. Tuttavia, la competizione femminile si esprime tramite forme di aggressività differenti: nella maggior parte dei casi si prediligono strategie che hanno rischi minimi (probabilmente a causa dei vincoli di produzione e cura della prole). Nelle specie sociali, in cui ci sono relazioni più o meno stabili, le interazioni competitive sono più variabili. Lo status può essere guadagnato tramite aggressione diretta ma può essere controllato anche tramite la gerarchia di dominanza, senza dover ricorrere all'aggressività diretta. Inoltre, lo status gerarchico è spesso correlato al successo riproduttivo in entrambi i sessi (Clutton-Brock, 1988; Pusey et al., 2012; Pusey et al., 2013). Pusey et al (2013) analizzando il comportamento degli scimpanzé, hanno notato come il successo riproduttivo correlasse con l'accesso a cibi di buona qualità. Questo, è strettamente legato alla posizione nella scala sociale, in quanto solo soggetti di alto status hanno accesso a siti di foraggiamento migliori. Casi di aggressione diretta per la conquista di luoghi ricchi di cibo sono presenti nel caso in cui la densità di popolazione sia particolarmente elevata.

Come precedentemente accennato, ci sono tutta una serie di variabili che determinano il ricorso alla violenza. Per esempio le relazioni di dominanza e le minacce di ritorsioni rendono meno probabile l'aggressività diretta, o il formare coalizioni o

alleanze può ridurre il rischio di rappresaglie (Stockley et al., 2013). Inoltre, si notano maggiori episodi di aggressività nelle specie a cure biparentali e quelle in cui il dimorfismo sessuale non è particolarmente marcato (Campbell et al., 2013). In vari studi si sono riscontrate evidenze che dimostrano come le femmine posseggano una notevole flessibilità comportamentale in base ai bisogni immediati. L'aggressività diretta è un'opzione ma non è l'unica arma a loro disposizione, ci sono condizioni ecologiche ed evolutive che possono promuovere o inibire una escalation dell'aggressività. Si è visto in diversi modelli animali, sia tramite un'analisi comportamentale a lungo termine sugli scimpanzé (Pusey et al., 2013), sia in laboratorio sui topi (Stockley et al., 2013), che nel caso in cui ci sia un'intensa competizione per le risorse, dovuta ad esempio a un'alta densità di popolazione, i comportamenti legati alla violenza aumentano nelle femmine di entrambe le specie. Tra le strategie alternative presenti nel repertorio comportamentale femminile di varie specie c'è ad esempio la diapausa. Con tale termine si definisce uno stratagemma che prevede di ritardare l'innesto dell'embrione: si tratta di una strategia biologica utilizzata per cercare il momento più favorevole per mettere alla luce la progenie. In condizioni particolarmente sfavorevoli, alcune preferiscono aumentare i propri sforzi competitivi per potersi guadagnare il diritto all'accoppiamento, altre preferiscono ritardare, o addirittura sopprimere, la maturazione riproduttiva.

Nel caso in cui ci sia mancanza di cibo oppure fratelli maggiori non ancora svezzati, o la madre non ha le risorse sufficienti per sostenere la nascita un nuovo figlio, allora l'embrione resta in attesa per una migliore situazione. Alcune specie come orsi, armadilli, foche o donnole hanno una diapausa stagionale regolare nel loro ciclo riproduttivo. Gli orsi ad esempio aspettano la fine della primavera o l'inizio dell'estate, quando la mamma ha accumulato abbastanza grasso e nutrienti dopo il rigido inverno, per impiantare uno o

più embrioni. In generale comunque, a causa di elementi sfavorevoli come digiuno e stress, in diverse specie animali si può osservare una diapausa. Vari studiosi hanno provato a indagare la causa di tale ritardo, una delle ipotesi più accreditate derivata dai dati è che alla base di tale processo vi sia l'effetto di un enzima catalitico, mTOR che regola molti processi di proliferazione cellulare. Tuttavia come questo enzima agisca esattamente rimane di fatto ancora da scoprire. Concludendo, è possibile affermare che anche le femmine, nonostante considerabili come risorsa riproduttiva limitante, competono con co-specifici del proprio genere per poter accedere a migliori partner, miglior status o siti di foraggiamento più ricchi. Questa competizione può essere esplicita in maniera più variabile rispetto a quella maschile, ma comunque l'aggressione diretta rimane una delle opzioni a disposizione, e in alcuni casi questa può essere anche più violenta che nel genere maschile.

1.4.1 COMPETIZIONE INTRASESSUALE FEMMINILE NELL'UOMO

Negli umani, la competizione intra-sessuale femminile si esplica principalmente tramite la contesa di partner che possono offrire migliori risorse. Per fare ciò le donne cercano di rendersi attraenti e sminuire l'attrattività di una potenziale rivale. Buss e Dedden (1990) in uno studio che indagava l'aggressività verbale di uomini e donne, hanno riscontrato che i due generi non si differenziano nel numero di aggressioni verbali messe in atto, ma nel contenuto delle stesse. Le donne infatti tendono a criticare altre donne evidenziandone i difetti fisici e accusandole di promiscuità, tratti molto importanti per un buon partner. Al contrario, negli uomini, oltre alla aggressività diretta (presente seppur spesso considerata socialmente inaccettabile) vi è una competizione basata sullo status sociale ed economico, si cerca di ottenere uno status elevato e di sminuire verbalmente quello dei rivali.

Nella nostra specie le varie forme di aggressività indiretta sembrano particolarmente efficaci nel genere femminile. Questo perché si è notato come le donne siano maggiormente suscettibili alle pressioni sociali imposte dal gruppo (Bond et al., 1996). Si è osservato infatti come, soprattutto durante l'adolescenza, le ragazze abbiano una autostima fortemente dipendente dalla considerazione e dalle valutazioni dei pari (O'Brien et al., 1988). Inoltre, sono anche maggiormente sensibili alle punizioni ed ai giudizi negativi, ragion per cui non è così remota la possibilità che un soggetto finisca in depressione o addirittura si suicidi in seguito a forme di aggressione indiretta (Benenson, 2013). Infatti, a partire dalla pubertà, quando inizia il periodo di fertilità, tanto più giovani sono i soggetti tanto è più probabile che essi siano coinvolti in forme competitive e quindi in episodi di aggressioni dirette.

Sappiamo che le esperienze di vita, soprattutto nella prima infanzia, comportano tutta una serie di differenze nel comportamento e nei giudizi relativi all'aggressività, soprattutto negli esseri umani. Campbell (2013) ha analizzato una popolazione di uomini e donne cresciuti in quartieri malfamati, in questa popolazione gli episodi di aggressività sono maggiori, a prescindere dal genere dei soggetti coinvolti. Interrogando le donne, si è rilevato che queste non considerano il combattere come antitetico rispetto alle concezioni sociali di femminilità, e la debolezza (in entrambi i generi) è disprezzata. Tuttavia va detto che, anche in questi contesti altamente competitivi, episodi di aggressione da parte di giovani donne sono comunque meno frequenti e meno violenti rispetto a quelle messe in atto dagli uomini. È da sottolineare che spesso le famiglie in questi quartieri mostrano l'assenza di una figura paterna, motivo per cui le donne si ritrovano spesso a dover gestire da sole lo stress, le spese e gli impegni quotidiani. Non sono rari i casi di lotte tra madri che tentano di difendere il buon nome della loro famiglia (Ness et al., 2004), anche se spesso tali aggressioni sono giustificate come "legittima difesa" o iniziate a causa della rivale, anche se spesso la "scintilla" che fa scoppiare lo scontro è solo un'aggressione verbale, questa viene ritenuta una giustificazione valida per un'escalation della violenza. Inoltre, la forza e la resilienza non sono viste come in contrasto con la femminilità e spesso sono incoraggiate dalla madre. Questo perché tramite aggressione fisica diretta le ragazze ottengono una reputazione tale, utile come deterrente per future aggressioni, mancanza di rispetto o attacchi al proprio onore. Per cui il ricorso all'aggressività in queste popolazioni risulta una risposta utile e socialmente accettata (Campbell et al., 2013). Ciò dimostra come l'aggressività diretta in quanto forma competitiva intra-sessuale femminile sia presente anche nel genere umano, almeno in condizioni particolarmente difficili e disagiati.

CAPITOLO 2: LA FACIAL WIDTH-TO-HEIGHT RATIO

2.1 INDICI DI FORMIDABILITÀ

Come abbiamo già detto, l'aggressività e gli atti di violenza sono parte della nostra storia evolutiva. Seppur con scopi e fini differenti, da sempre i nostri antenati sono ricorsi alla violenza o comunque sono entrati in contatto con essa. Tuttavia, ingaggiare uno scontro comporta tutta una serie di rischi, soprattutto per il soggetto più debole che probabilmente ne uscirà sconfitto. Per tale ragione, un meccanismo cognitivo che permetta di stimare l'aggressività e la forza fisica di un potenziale avversario potrebbe risultare altamente vantaggioso. Avere una stima più o meno accurata delle caratteristiche del proprio avversario permetterebbe sicuramente di poter ponderare meglio la decisione di ingaggiare o meno la lotta, in base alla posta in gioco. Avrebbe senso quindi che, durante l'evoluzione, si sia sviluppato un meccanismo neurale che finalizzato a stimare visivamente formidabilità, ossia l'abilità relativa di infliggere costi (Sell et al., 2009). Gli indici di formidabilità di un soggetto aiutano potenzialmente anche a predirne il comportamento. Per esempio, uomini particolarmente forti tendono a ottenere maggiori benefici e a ridurre i costi di strategie sociali di coalizione al fine di guadagnare status o risorse (Lukaszewski et al., 2016). Ragion per cui è più probabile che possano mettere in atto comportamenti sfruttando i propri compagni. Ci sono più indici che possono essere utilizzati per stimare la forza dell'avversario visivamente, in modo da mantenere una distanza di sicurezza. Ciascun animale si è specializzato nel riconoscimento di quegli indizi specie-specifici che possono suggerire formidabilità, in modo da poter prendere decisioni in merito all'eventuale ingaggio o meno di conflitti (Arnott & Elwood, 2009).

Per quanto riguarda la nostra specie, similmente ad altri primati, uno degli elementi che prima viene in mente, anche uno dei più facilmente osservabili, è la taglia del soggetto: un individuo alto e muscoloso sicuramente sembrerà più forte di uno basso e mingherlino. A tal proposito diversi studi hanno fornito un supporto empirico a questa ipotesi, uno dei più recenti è stato condotto da Durkee e colleghi nel 2017. Gli autori hanno elaborato una serie di compiti, al fine di valutare la velocità e l'automaticità della stima della formidabilità di diversi soggetti. I valutatori indossavano inoltre un eye-tracking, un tracciatore dei movimenti oculari al fine di comprendere dove gli individui guardano durante lo svolgimento del compito, per capire quali fossero gli indizi visivi maggiormente utilizzati. I risultati di suddetti task dimostrano come gli individui, per la stima della forza fisica, prestino maggiore attenzione alla muscolatura della parte superiore del busto. Ma, oltre che dal busto, ci sono anche diverse evidenze che dimostrano come differenti aspetti, sia fisiologici che psicologici, possano essere inferiti anche da volti statici e privi di espressività emotiva, come ad esempio forza o aggressività. Per citarne alcuni, Sell e colleghi, nel 2009, chiesero a diversi soggetti, provenienti da varie nazioni, di giudicare la forza di alcuni individui dalle foto dei loro volti o dei loro corpi. Gli autori osservarono che, in entrambe le condizioni, i giudizi dati correlavano con la forza effettiva degli individui fotografati. Quest'ultima misurata tramite l'uso di vari attrezzi da palestra, che implicano l'uso di vari gruppi muscolari della parte superiore del corpo. Gli autori riscontrarono anche come i giudizi di forza attribuiti ai soggetti correlassero, in maniera molto significativa, col giudizio di "fighting ability". Nel loro primo studio gli individui da valutare erano solo maschi, tuttavia successivamente si chiesero se la formidabilità del soggetto potesse essere stimata correttamente anche dai volti femminili. Si notò che una correlazione che seppur molto lieve era presente,

deducendone che la stima delle caratteristiche di formidabilità risulti più facile per volti maschili. L'anno successivo (2010) Sell e colleghi, in un altro lavoro, dimostrarono come la stima della formidabilità potesse avvenire anche tramite l'uso di indici acustici. Nello stesso anno, Stillman e colleghi osservarono come volti di criminali giudicati più violenti risultavano appartenenti a soggetti implicati in reati più gravi. In anni più recenti (2015), anche Zilioli e collaboratori hanno confermato quanto detto dai suddetti ricercatori. Dal loro studio è risultata una correlazione positiva tra le ratio facciali dei soggetti e i giudizi di aggressività, dominanza e formidabilità dati dagli osservatori. Sembrerebbe quindi che, tramite la semplice osservazione del volto, gli esseri umani riescano a identificare abbastanza accuratamente, chi è più propenso a mettere in atto comportamenti violenti, e quanto l'individuo sia forte fisicamente, ottenendo quindi una buona stima della sua fighting ability e formidabilità (Sell et al., 2009). In generale, tramite il volto si riesce a stimare accuratamente peso e altezza del soggetto (Re et al. 2013), così come la sua forza e abilità combattiva (Fink et al. 2007; Holzleitner and Perrett 2016; Windhager et al. 2011). Suddette correlazioni sono state riscontrate sia nelle società definite WEIRD (western, educated, industrialised, rich and democratic), ossia le società occidentali, scolarizzate, industrializzate, ricche e democratiche, che in quelle no-WEIRD (Sell et al., 2009 and Butovskaya et al. ,2018).

Ci si è interrogati, quindi, su quali potessero essere gli indici del volto utilizzati per la stima di tali caratteristiche. Negli ultimi anni molti ricercatori hanno analizzato a tal proposito una ratio facciale, la facial width-to-height ratio (FWHR).

2.2 LA FACIAL WIDTH-TO-HEIGHT RATIO (FWHR)

La La facial width-to-height ratio (FWHR) è una misura relativa alla struttura del volto, indipendente dalle dimensioni del corpo, riscontrato anche negli scimpanzé (Weston et al. 2004). La FWHR è definita come un possibile segnale onesto di dominanza fisica, nella competizione intra-sessuale maschile, in quanto correlata con la valutazione della propensione all'aggressività reattiva (quando il soggetto viene provocato) (Carré et al., 2009) e con i giudizi di formidabilità (Zilioli et al., 2015). La FWHR non è l'unica metrica facciale associata alla dominanza maschile. Diversi studi hanno incluso ampiezza della mascella, altezza della fronte, lunghezza degli occhi e larghezza della bocca. Tuttavia, suddetta ratio è ben situata nella parte alta del volto, dove gli umani rivolgono il proprio sguardo quando estrapolano informazioni e i possibili segni di minaccia riguardanti i soggetti che hanno di fronte (Bassili, 1979; Geniole et al., 2015). Inoltre, mentre i giudizi di aggressività e dominanza basati sull'ampiezza delle mascelle risultano influenzati dalla presenza della barba (Dixson et al., 2012), l'associazione tra FWHR e aggressività è indipendente dalla presenza di barba (Geniole et al., 2015). Carré e colleghi hanno effettuato un'analisi comparativa tra vari indici di mascolinità e i giudizi di aggressività riportata. Essi hanno dapprima identificato 8 indici correlati con l'aggressività, come ampiezza della fronte, prominente della mascella, larghezza della bocca ecc. Successivamente, utilizzando tali elementi hanno prodotto al computer una serie di facce modificate. Si è visto come alterazioni dei volti che mantengono costante la ratio, come sfuocarli o tagliarne le estremità, per esempio, non influenzano i giudizi di aggressività. Diversamente, lo spostamento degli elementi (medesimi elementi con misure fisse ma combinate diversamente) modificando la il rapporto della FWHR, genera invece un cambiamento del giudizio.

Anche Geniole e collaboratori, nel 2012, hanno riscontrato tramite analisi regressiva che la FWHR rimane un preditorre significativo dei giudizi di aggressività e formidabilità quando si controllano gli effetti degli indici di mascolinità nei volti maschili e di femminilità in quelli femminili. Ciò dimostra che questa ratio rimane un predittore significativo della formidabilità e che esso è indipendente da altri dimorfismi sessuali nei volti, confermando quanto accennato da Weston e colleghi nel 2007. La FWHR coinvolge processi a bassa frequenza spaziale, molto rapidi e che non necessitano di messa a fuoco (Carré et al., 2010). Essendo la percezione della FWHR dipendente da processi a bassa frequenza spaziale, è possibile inoltre rilevarla da una maggiore distanza, a differenza di altre specifiche conformazioni facciali, la cui percezione e valutazione si basa su un processo ad alta frequenza spaziale. Ciò risulterebbe altamente adattativo in quanto renderebbe possibile ottenere informazioni, in particolare riguardo un pericolo potenziale, da un'ampia distanza e senza dover mettere necessariamente a fuoco, permettendo una più rapida elaborazione di una strategia efficace per la situazione. Kramer e colleghi (2011) hanno condotto uno studio somministrando volti di umani e scimpanzé (Pan Troglodytes) a osservatori umani, cui veniva chiesto un giudizio sui tratti di formidabilità. Si è visto come la FWHR risulti informativa dei tratti fisici e comportamentali del volto presentato, sia per gli umani che per gli scimpanzé, indicando che tale dimorfismo sia un indice informativo sviluppato filogeneticamente, presente in primati umani e no. Carré e colleghi (2008) hanno dimostrato, sia in un compito comportamentale in laboratorio che in un contesto naturalistico, come giocatori di hockey del college e professionisti con maggiore FWHR risultavano subire più ammonizioni e sanzioni disciplinari. Va aggiunto, tuttavia, che Deaner e colleghi nel 2012 hanno provato a replicare lo studio, estendendo

il campione a tutti i giocatori di NHL (National Hockey League), non riscontrando correlazione tra FWHR e minuti di penalità ma soltanto tra BMI e i minuti di sanzione. Limite di tali studi è l'utilizzo dei minuti di penalità come misura per l'aggressività, in quanto le azioni che possono averli provocati possono essere le più disparate. Ciononostante, altri autori hanno trovato dati concordanti con la tesi di Carrè. Geniole e McCormick, nel 2015, dimostrarono come la FWHR sia correlata con caratteristiche comportamentali e di personalità che includono comportamento aggressivo e percezione di aggressività, riscontrato anche a livello cross culturale da Short et al. (2012). Sebbene i dati ottenuti non sempre sono concordanti, diversi studi sembrano indicare la variazione nella FWHR in facce neutrali come un valido indice della forza e della propensione di un soggetto ad avere comportamenti aggressivi, entrambi indici di formidabilità. A livello forense Stirrat et al. (2012) hanno riscontrato che gli uomini con volti più stretti (ratio minore), in confronto a uomini con volti più larghi, tendevano a morire più spesso di contatti violenti rispetto ad altre cause di morte o omicidio. In un campione di combattenti di MMA (Mixed Martial Arts, ossia Arti Marziali Miste), la variazione nella FWHR è associata alle performance nei combattimenti, a una migliore e più lunga carriera, alla percezione di aggressività, alla fighting ability e alla stima del peso (ma non dell'altezza) (Třebický et al. 2015). La letteratura sembra quindi confermare come soggetti con una maggiore ratio facciale tendano ad essere più formidabili durante uno scontro, e siano quindi dotati di maggior probabilità di uscirne vittoriosi. Nei vari studi sopracitati si è dimostrato che non c'è differenza significativa tra osservatori uomo o donna nei giudizi di aggressività attribuiti a volti basandosi sulla FWHR (Carrè et al., 2009; Short et al., 2012). La FHWR suggerisce dominanza, ma solo per i giudizi di volti maschili. Sebbene gli studi condotti si siano focalizzati prevalentemente su campioni composti da uomini,

la piccola correlazione positiva trovata tra FWHR e i livelli di performances atletiche e successo lavorativo permette di ipotizzare un ruolo della competizione intra-sessuale maschile nel modellare differenze sessuali nella FWHR. Va detto che non ci sono molte ricerche che hanno investigato la relazione tra la FWHR e i giudizi di aggressività nei volti femminili, in quanto tratto sessualmente dimorfico. In alcuni studi condotti non si è riscontrata alcuna correlazione tra comportamenti aggressivi effettivi e FWHR nelle donne, a differenza di quanto avviene invece negli uomini (Stirrat et al., 2010; Carré et al., 2008; Cherek et al., 1996). Sembrerebbe che la face ratio non venga utilizzata nei giudizi degli osservatori che devono valutare aggressività nei volti femminili. Sell e colleghi (2009) hanno anche dimostrato che la stima della forza tramite fotografie di volti risulta essere meno accurata per le facce femminili rispetto che per quelle maschili. Geniole e colleghi (2012) hanno condotto uno studio dai cui dati è emerso che i giudizi di mascolinità/femminilità riguardanti un volto di una donna non sono così rilevanti nei giudizi di aggressività del soggetto, come lo sono invece per gli uomini.

Altro elemento interessante, riguardo questa ratio facciale, è che le espressioni emotive di rabbia, che implicano inarcamento delle sopracciglia accompagnato da protrusione del labbro superiore, comportano un aumento della FWHR. Essendo la percezione della FWHR dipendente da processi a bassa frequenza spaziale, è possibile inoltre percepire la FWHR da una maggiore distanza, a differenza di altre specifiche conformazioni facciali, la cui percezione si basa su un processo ad alta frequenza spaziale. Ciò risulterebbe altamente adattativo in quanto renderebbe possibile ottenere informazioni, in particolare riguardo un pericolo potenziale, già da una ampia distanza, permettendo di poter elaborare una strategia efficace per la situazione. Se la FWHR suggerisca valutazioni di minaccia e dominanza perché somiglia all'espressione di rabbia

(inarcamento delle sopracciglia accompagnato da protrusione del labbro superiore, che comportano un aumento della FWHR) (Said et al., 2009) o se sia l'espressione emotiva atta a implementare quegli indizi di dominanza e minaccia (Marsh et al., 2005) rimane ancora da determinare. (Geniole et al., 2015). Chiaramente una faccia arrabbiata rimane il modo più diretto ed efficace per comunicare uno stato emotivo ed un intento comportamentale. Interessante è il fatto che l'espressione facciale di rabbia consiste in un abbassamento del sopracciglio e un innalzamento del labbro superiore, una serie di contrazioni muscolari che aumenta la facial width-to-height ratio. Da una prospettiva evolutiva ciò avrebbe senso, in quanto le pressioni selettive spesso favoriscono nei sistemi percettivi il riconoscimento di indizi di minaccia e/o aggressività, poiché elementi fondamentali per generare risposte adeguate in situazioni di pericolo (Carré, 2008).

Altre caratteristiche sessuali secondarie, come la barba, potrebbero non essere associate direttamente con la valutazione di minacciosità di un individuo, ma risulterebbero avere comunque la funzione di aumentare la minaccia percepita quando impiegate (Craig et al., 2019; Dixon et al., 2005; Dixon et al., 2012) o comunicare un intendo aggressivo (Zhang et al., 2017; 2020). Le evidenze suggeriscono che ciò si può applicare alla FWHR; Deska et al. (2018) riscontrarono che tali espressioni erano meglio riconosciute in soggetti con maggiore FWHR rispetto a soggetti con volti più longilinei nei quali era ad esempio più evidente l'espressione di paura.

2.3 ALTRI TRATTI ASSOCIATI ALLA FWHR: AFFIDABILITÀ & ATTRAENZA

2.3.1 AFFIDABILITÀ

L'aggressività e la forza fisica non sono gli unici tratti comportamentali correlati con la FWHR. Stirrat & Perrett, nel 2010, hanno condotto tre esperimenti in cui valutavano il legame tra la FWHR e l'affidabilità di un soggetto. Si è operazionalizzata l'affidabilità tramite l'utilizzo di giochi sociali basati sulla fiducia, in cui i soggetti potevano collaborare con altri concorrenti per un mutuo guadagno economico, oppure sfruttarli per un maggior introito personale. Nel primo esperimento si è visto come i soggetti con una maggiore FWHR tendano ad approfittarsi maggiormente degli altri per un proprio profitto personale. Interessante è poi come nel secondo esperimento si sia notato che, a prescindere dall'attrattiva della persona, si sia orientati a dare meno fiducia a esemplari con volti larghi, piuttosto che a quelli con volti più longilinei. Infine, per una conferma che tali opinioni fossero basate sulla FWHR e non su altri indici, nel terzo esperimento si è modificata al computer la FWHR. Si è notato che ciò comporta una variazione nei giudizi di fiducia, in particolare nei soggetti donne maggiormente subordinati. Insieme, questi risultati offrono un supporto all'ipotesi che la FWHR sia un valido indizio dell'affidabilità di un soggetto. Ciò che è meno chiaro, è come questa relazione si sia evoluta e mantenuta (Stirrat et al., 2010).

2.3.2 ATTRAENZA

Weston, nel 2007, asserì che la facial-widht ratio fosse un dimorfismo sessuale sviluppatosi grazie alla selezione sessuale avvenuta per mezzo delle scelte femminili del partner nel corso dell'evoluzione degli ominidi. Difatti, in un ambiente ancestrale, uomini con conformazione facciale maggiormente mascolina avevano un maggior accesso a risorse importanti per la sopravvivenza e la riproduzione, in quanto considerati socialmente e fisicamente dominanti da parte dei loro rivali (Mueller & Mazur 1996; Swaddle & Reiersen 2002). Alcuni studi hanno dimostrato come la mascolinità renda gli uomini attraenti (Rhodes 2006; Rhodes et al. 2007), sebbene i risultati a proposito non sempre sono concordanti. I dati di Stirrat (2010), per esempio, sembrano andare contro tale ipotesi, in quanto sembrerebbe che, nel caso ci sia stata una selezione basata sulla scelta femminile, questa vada contro piuttosto che in favore di tale dimorfismo. Difatti sono i volti con una minore FWHR ad essere giudicati come più affidabili e meno aggressivi, tratti migliori per un potenziale partner. Sembrerebbe quindi che tale dimorfismo sia stato mantenuto tramite la competizione intra-sessuale presente nei maschi piuttosto che attraverso la selezione inter-sessuale. Tratti associati alla mascolinità portano vantaggi e benefici nella gerarchia maschile, sia nel mondo animale che in quello umano, specialmente in ambienti in cui vi è alta disuguaglianza di stipendi (Brooks et al., 2011). Studi recenti come quelli condotti da Garza e colleghi (2021) suggeriscono che nella scelta femminile del partner vi sia una predilezione per gli uomini forti, risultati in linea con le strategie sessuali introdotte da Buss & Schmitt, nel 1993. Nel medesimo studio si è voluto verificare se una manipolazione violenta influenzasse la preferenza femminile per uomini forti (come mostrato in Little et al., 2013). Tuttavia, i dati raccolti da Garza e collaboratori non mostrano tale influenza.

Va però sottolineato che i giudizi di attrattività dati dagli osservatori sono tutti nella parte bassa dello spettro (quasi non attraenti). Questo, secondo alcuni autori, significherebbe che i giudizi di attrattività maggiori siano dati solo perché avviene una comparazione nei livelli di attrattività dei volti presentati. Quindi, non rispecchiano una preferenza assoluta o una attrazione elevata di quei tratti di mascolinità, ma sarebbero degli indici che rendono il soggetto meno inappetibile piuttosto che effettivamente attraente. (Garza 2021).

2.4 TESTOSTERONE ALLA BASE DELLA FWHR?

Come detto la FWHR è un tratto del volto sessualmente dimorfico. L'analisi ontogenetica, condotta da Weston e collaboratori nel 2007, ha dimostrato che tale dimorfismo emerge durante la pubertà. Medesimo periodo in cui avvengono anche i cambiamenti corporali relativi alle caratteristiche sessuali secondarie. Queste ultime sappiamo essere dovute, almeno in parte, alla variazione dei livelli di concentrazione di testosterone (T) nei maschi (Verdonck et al. 1999). A supporto di tale ipotesi va citato lo studio di Penton-Voak & Chen del 2004, nel quale è stata riscontrata una correlazione tra i giudizi di mascolinità e la concentrazione di T nella saliva.

Alcuni suggeriscono che la FWHR risulti un predittore di strategie comportamentali finalizzate a promuovere ricerca di status e potere (Lewis et al., 2012), acquisizione di risorse, inclinazione a barare o sfruttare la fiducia altrui per aumentare i propri guadagni (Stirrat et al., 2010; Haselhuhn et al., 2011), assunzione di rischio (Welker et al., 2015) e narcisismo (Noser et al., 2018). Questi autori ritengono che il legame tra suddette strategie comportamentali e la FWHR sia basato sulla regolazione del testosterone (Bird et al., 2016). Studi che hanno cercato di indagare le cause prossime dell'aggressività, hanno analizzato aspetti neurobiologici, ormonali e culturali che influenzano tale tipo di risposta. Sappiamo che entrambi i generi producono testosterone nel cervello e nelle gonadi, ambedue posseggono recettori per gli androgeni sia nel tessuto neurale che in quello periferico, e tutt'e due presentano risposte psicologiche e comportamentali legate alla presenza di testosterone (Staub et al., 1997). Studi che valutano gli effetti dell'esposizione prenatale al testosterone mostrano come questo comporti un aumento dell'aggressività durante la vita adulta. French e colleghi (2013), hanno condotto

un'analisi approfondita su diversi mammiferi. Lo studio è stato focalizzato su quelle specie in cui le femmine hanno livelli di aggressività maggiori o uguali rispetto ai soggetti del genere opposto. I ricercatori, al termine della loro analisi, hanno concluso che gli androgeni giocano un ruolo importante ma non determinante nell'influenzare pattern di aggressività e dominanza nelle femmine. Difatti, in alcune specie, come per esempio il bonobo, sembrerebbe non esserci relazione tra livelli di testosterone prenatale ed effetti organizzativi circa la propensione alla dominanza. In generale, negli adulti della maggioranza delle specie analizzate i maschi hanno sempre livelli di testosterone più alti rispetto alle femmine, anche qualora siano queste ultime le più aggressive. Ciò pone non pochi dubbi circa quelli che sono gli effetti organizzativi e attivazionali degli ormoni. È stata inoltre avanzata una ipotesi chiamata "immunocompetence handicap hypothesis" per cui il testosterone risulta responsabile dello sviluppo di tratti maschili secondari ma impatta negativamente sul funzionamento del sistema immunitario (Folstad & Karter 1992). Secondo tale teoria, quindi, soltanto gli uomini di alta qualità (dotati di buoni geni) possono permettersi di mostrare tali caratteristiche senza soffrirne troppo i costi (Ibidem). A favore di tale tesi è uno studio condotto nel 2004 da Penton-Voak & Chen 2004, i quali riscontrarono una correlazione tra la concentrazione di testosterone nella saliva e la valutazione di mascolinità del volto del soggetto (Carré 2008). Tale mascolinità che risulta essere correlata ai giudizi di attrattività dati dalle donne. L'analisi morfometrica di una serie ontogenetica di teschi di uomini e donne, mostra una differente traiettoria di crescita, durante la pubertà, della larghezza degli zigomi (ma non per l'altezza della parte superiore del volto) maggiore negli uomini rispetto alle donne. Questo comporta quindi l'aumento della FWHR nei volti maschili portando poi al dimorfismo visibile negli adulti. Ciò potrebbe essere spiegato dall'aumento dei livelli di T durante la pubertà nei maschi

(Verdonck et al. 1999). Diversi studi hanno riscontrato come una maggiore FWHR sia associata a quantità più elevate di testosterone prenatale (Bulygina et al., 2006; Weinberg et al., 2015; Whitehouse et al., 2015). Tuttavia, negli uomini adulti, una meta-analisi ha mostrato che non c'è una relazione significativa tra FWHR e concentrazione di testosterone basale (Bird et al., 2016) o polimorfismo del gene recettore degli androgeni. Sebbene Lefevre (Lefevre et al., 2013) riscontrò una differenza legata ai livelli di testosterone reattivo, ossia cambi di concentrazione di testosterone in risposta a sfide, Bird (2016) e Kordsmeyer (2019) non hanno riscontrato allo stesso modo significatività in tale differenza. In particolare Kordsmeyer e colleghi hanno provato a indagare la quantità di testosterone in 3 maniere differenti: livello di T basale nella saliva, T reattivo, e percentuale di T rilevati tramite analisi del capello. Per tale ragione risulta necessario approfondire questi aspetti in ulteriori studi per meglio comprendere il possibile legame tra FWHR e livelli ormonali.

CAPITOLO 3: LA FWHR E LA PERCEZIONE DEI VOLTI

3.1 INTRODUZIONE

Le interazioni antagonistiche sono un evento ricorrente nella storia evolutiva. Il ricorso alla violenza è una strategia adattativa all'interno della competizione individuale per la sopravvivenza. Tuttavia, l'ingaggiare scontri fisici comporta una serie di rischi, a prescindere dal risultato. Si rischia infatti di subire ferite, di venir avvistati da predatori e si ha un dispendio di energia notevole. Per tale ragione, prima di ingaggiare una lotta è vantaggioso stimare la formidabilità del proprio rivale. In tale maniera si possono evitare scontri troppo pericolosi rispetto alla posta in palio. Diversi studi, in diverse specie animali, hanno rivelato una buona capacità di stima della dominanza altrui. La taglia del soggetto è sicuramente uno degli indici più immediati, ma anche il volto risulta essere una fonte di informazioni sociali notevole. Negli ultimi anni, la ricerca sull'uomo si è concentrata su una particolare ratio facciale calcolata tramite il rapporto della distanza tra gli zigomi e la lunghezza che va dal bordo inferiore del sopracciglio al bordo superiore delle labbra, la Facial Width to Height Ratio (FWHR). Questo tratto risulta essere dimorfico, maggiore nei maschi, e correla con la forza fisica dei soggetti e con maggiori comportamenti aggressivi. Le teorie più accreditate per spiegare tali correlazioni riguardano il coinvolgimento del testosterone, in particolare di un suo recettore, sebbene non si sia ancora capito del tutto come questo sia coinvolto. Nella presente trattazione si è quindi voluto testare se questo indice implichi una modifica dei giudizi di aggressività, forza fisica e attrazione attribuiti a volti. In particolare, si è indagato se questa misura è utilizzata anche durante la valutazione di volti femminili e se

una manipolazione della sfera emotiva atta a generare una sensazione di pericolo porti cambiamenti in tali giudizi.

3.2 OBIETTIVI

Partendo dai dati in letteratura, nel presente studio si è voluto andare a indagare se è vero che alcuni indizi di mascolinità, valutata con la FWHR, hanno una relazione con la percezione di aggressività e forza fisica di un soggetto, entrambi indici di dominanza fisica negli esseri umani. Sebbene si tratti di una misura prettamente maschile, dovuta a un dimorfismo sessuale, si è anche voluto verificare se tale misura fosse utilizzata anche nella stima di dominanza fisica delle donne. Secondo la nostra ipotesi, se è vero che questa ratio correla con un maggior successo negli scontri fisici, questa dovrebbe correlare con i giudizi di aggressività e forza indipendentemente dal genere dei soggetti in foto. Ci si è anche chiesti se una manipolazione della sfera emotiva, atta a generare ansia e sensazione di pericolo, modifichi le impressioni di chi risponde. Sappiamo, grazie a diversi studi, che gli stimoli potenzialmente negativi e pericolosi sono stimoli particolarmente salienti per il nostro sistema percettivo. Secondo la nostra ipotesi, ci si potrebbe aspettare che, in condizioni potenzialmente pericolose, i soggetti tendano a prestare maggiore attenzione a quegli indici che segnalano una potenziale minaccia a causa di un elevato stato di allerta. Quindi, se ciò fosse vero ed è vero anche che la FWHR correla con la percezione di dominanza fisica, nella condizione “harsh” la correlazione tra FWHR e giudizi di aggressività e forza dovrebbe essere più marcata rispetto alla condizione “safe”.

Infine, si è anche voluto vedere se il BMI dei soggetti rispondenti, specialmente nei maschi in cui la competizione intra-sessuale è più marcata, avesse un impatto sulle

caratteristiche percepite. Secondo una teoria di economizzazione cognitiva supportata dagli studi di Watkins (2010) e Sell (2012), per soggetti più dominanti fisicamente risulterebbe meno importante stimare la forza degli avversari, in quanto le possibilità di sconfitta sono minime. Al contrario, un soggetto particolarmente debole e subordinato deve prestare molta attenzione a chi rendere un suo avversario poiché i costi di un potenziale scontro risultano per lui notevolmente più elevati. Se tali assunti son veri, ci si aspetterebbe che somministrando i medesimi volti a uomini con un indice di massa corporea (BMI) diversi si ottengano risultati differenti. In particolare, si ipotizza che soggetti con un BMI inferiore tendano a giudicare come più forti ed aggressivi le facce in questione.

Parallelamente, si è anche indagata la correlazione tra la mascolinità e i giudizi di attrattività in uomini e donne. A tal proposito i dati in letteratura sono leggermente discordanti: in generale negli uomini sembra apparire una correlazione tra forza fisica e giudizi di attrattività. Per quanto, secondo alcuni tale correlazione risulta strettamente dipendente da una serie di fattori come le condizioni ambientali o le tendenze relazionali del soggetto (Little et al., 2007). Sembrerebbe, dai dati raccolti, che entrambi i generi tendano a preferire una minore qualità del partner in favore di un maggior investimento parentale in condizioni di pericolo e scarsità di risorse. Ma ciò risulta valido solo per le relazioni a lungo termine e non per quelle a breve termine (Lee et al., 2011), in cui l'investimento parentale risulta ovviamente meno importante. Garza e colleghi (2021), tuttavia, asseriscono, grazie ai dati da loro raccolti, che le donne tendono sempre a preferire gli uomini più forti, proponendo una tesi diversa rispetto a Lee e colleghi. Gli autori, conducendo 3 diversi studi, hanno mostrato come la preferenza per indicatori di investimento parentale, piuttosto che per indicatori di qualità genetica.

Questa risulta diventare influente solo nel caso in cui si usi un paradigma di scelta forzata (obbligando il partecipante a scegliere uno tra 2 possibili soggetti come partner potenziale piuttosto che chiedendo un rating dei vari volti) e solo in condizione di scarsità di risorse. Nel nostro esperimento si è utilizzato un paradigma di valutazione dell'attrattività basato su una scala Likert con rating da 1 a 7. La nostra ipotesi è che i soggetti maggiormente mascholini vengono giudicati più attraenti in quanto dotati di buoni geni e potenzialmente collocati più in alto nella gerarchia sociale. Allo stesso modo gli uomini dovrebbero trovare più attraenti le donne meno mascholine. Questo perché la presenza di tratti femminili indicherebbe la presenza di una elevata fertilità del soggetto, aspetto chiave per aumentare il successo riproduttivo dell'uomo. Sebbene gli items somministrati al nostro campione siano soltanto foto di lottatori professionisti, quindi non prettamente rappresentativo della popolazione, si è cercato di verificare se tale andamento fosse presente all'interno dei nostri soggetti. Ciò è stato fatto prendendo in esame soltanto le risposte di uomini che giudicano donne e viceversa. Ci si aspetta, inoltre, che i soggetti varino i propri giudizi in base alla condizione sperimentale. In particolare, nella situazione pericolosa le donne (ma anche uomini particolarmente deboli fisicamente) dovrebbero tendere a preferire volti di uomini meno mascholini, per la minore inquietudine suscitata dal volto in un ambiente insicuro. Per cui gli individui, in particolare quelli con un BMI più basso, dovrebbero tendere ad attribuire giudizi di attrattività maggiori a volti con una minore FWHR nella condizione "harsh" piuttosto che in quella "safe".

Infine, si è voluto indagare se effettivamente questa ratio facciale sia un segnale comunicativo genuino utilizzato e sviluppato grazie alla selezione sia intra- che intersessuale, o se, come asserito da alcuni autori, sia un indice prettamente intra-sessuale

maschile. Per fare ciò si è confrontata la correlazione tra FWHR e i giudizi di dominanza fisica (utili nella competizione intra-sessuale) con la correlazione tra FWHR e i giudizi di attraenza (selezione inter-sessuale). Se è vero che la ratio facciale è un indice comunicativo sia a livello intra- che inter- sessuale le due correlazioni dovrebbero essere abbastanza simili. In caso contrario, se la correlazione risulta significativa solo tra FWHR e giudizi di aggressività e forza allora si potrebbe pensare che questa ratio sia un indice effettivamente sviluppato e utilizzato per stimare la forza di un potenziale rivale, utile nella competizione tra individui dello stesso sesso, in particolare negli uomini.

3.3 MATERIALI E METODI

3.3.1 PARTECIPANTI

I soggetti sono stati reclutati tramite l'utilizzo di social network (facebook, instagram e whatsapp), passaparola e attraverso la piattaforma online "google form" (<https://www.google.it/intl/it/forms/about/>). Su questa piattaforma si è creato e somministrato il questionario, e vi si sono raccolte le risposte. I soggetti reclutati per lo studio sono 233, divisi in 93 maschi e 140 femmine, di età compresa tra i 16 e i 72 anni. Va però sottolineato che quest'ultimo dato sia un po' lontano dalle media che è di 27 anni. Il questionario utilizzato per la nostra ricerca è formato da 4 differenti sezioni:

- Consenso informato
- Anagrafica
- Lettura di un breve brano e valutazione di volti
- Manipulation Check

3.3.2 CONSENSO INFORMATO E ANAGRAFICA

A ogni soggetto è stato fatto leggere e approvare il consenso informato sull'utilizzo dei dati raccolti ai fini di ricerca, assicurando la privacy del soggetto e l'anonimato delle risposte raccolte. Nella sezione anagrafica, a ogni soggetto sono state chieste alcune informazioni personali quali l'età, il genere e le misure di altezza e peso (utili per il calcolo del BMI).

3.3.3 MANIPOLAZIONE EMOTIVA

Nella parte introduttiva della sezione “Valutazione volti”, ai soggetti è stata proposta una storia da leggere, atta a generare attivazione emotiva differente. Gli intervistati sono stati assegnati in maniera casuale a una delle due condizioni sperimentali, una “sicura/safe” ed una “pericolosa/harsh”. Nella prima condizione, definita “safe”, i soggetti leggono la seguente storia dalla connotazione emotiva positiva:

“Appena lasciato il plesso ti rendi conto che sei di parecchio in anticipo rispetto a quanto pensassi. Il campus è pieno di vita a quest'ora. Il sole scintillante si riflette sul marciapiede, alzando lo sguardo non una nuvola nel cielo " per una volta le previsioni meteo erano giuste" pensi mentre ti avvii verso la macchina. Sei molto felice di aver finito presto i tuoi doveri in questa giornata meravigliosa, perciò decidi di prendere la strada più lunga che attraversa il boschetto di pini. All'ombra degli alberi i tuoi occhi necessitano di un attimo per adattarsi, devi far attenzione a dove metti i piedi o rischi di inciampare in una di quelle grosse radici aggrovigliate che si distendono sotto i tuoi piedi. Senti un rumore all'improvviso, alzando lo sguardo noti 2 scoiattoli che si rincorrono a vicenda. Una brezza leggera attraversa il boschetto e ti rinfranca dal caldo intenso di questo pomeriggio... è piacevole passeggiare in questo giorno di sole. Terminato il boschetto ti ritrovi nuovamente sotto il tepore del sole, il parcheggio è lì di fronte a te, devi solo attraversare il prato affollato. Oggi ci sono molti studenti che giocano a frisbee o prendono il sole in tutta tranquillità. Rallenti il passo per meglio assaporare la libertà in un giorno così. Noti la silhouette di una persona alta di fronte a te che si tuffa per acchiappare un pallone. Di nuovo, rallenti il passo e ti godi il momento.

Giunto all'ingresso del parcheggio ti fermi a cercare la tua auto. Normalmente sarebbe una scocciatura cercare la tua auto sperduta chissà dove, ma in questa splendida giornata è piacevole vagare senza meta tra questo oceano di automobili alla ricerca della tua vettura. Dopo un po' eccola lì, trovi la tua auto, infili la mano in tasca per prendere le chiavi e aperto lo sportello una ondata di calore ti travolge dal suo interno. Immediatamente abbassi il finestrino e apri il tettuccio. Accendi la macchina, aggiusti lo stereo e ti avvii mentre le persone nelle vicinanze si godono la tua musica a tutto volume.”.

Nella seconda condizione, “harsh”, invece, la storia di base è la stessa, ma la connotazione emotiva suscitata è decisamente più negativa, mira a suscitare uno stato d’ansia e di inquietudine in chi legge che, secondo la nostra ipotesi, dovrebbe portare i soggetti a prestare una maggiore attenzione a quelli che sono gli indici di pericolo nel volto della persona che si ha di fronte. La seconda storia dice così:

“Finita la tua sessione di studio lasci l’università. Appena fuori ti rendi conto che è molto più tardi di quanto pensassi, il campus è ormai deserto e ti aspetta una lunga passeggiata fino alla macchina. È una notte fredda e buia, il debole bagliore delle luci esterne sembra sparire ancor prima di raggiungere il suolo. Ti viene in mente che dovrebbe esserci la luna piena, ma alzando lo sguardo cercando quel globo argenteo incontri solo un manto di nubi scure, “non c’è da stupirsi che sia una notte così scura” ti vien da pensare e, intanto, chiudi la zip del giubbotto e ti avvii verso la macchina. Essendo tardi ed essendo stata una giornata pesante, decidi di prendere la scorciatoia attraverso il boschetto di pini. Tra le ombre degli alberi devi fare attenzione a dove metti i piedi o rischi di inciampare in una di quelle grosse radici aggrovigliate che si distendono sul suolo del boschetto. All’improvviso senti un rumore, forse un passo,

ma nell'oscurità non riesci a distinguere da dove proviene. Una raffica agghiacciante di vento improvvisa ti causa un nodo alla gola, acceleri il passo. Un altro rumore. Cosa sarà? È il vento o c'è qualcos'altro? Non ti è mai piaciuto camminare di notte, e sei felice di aver finalmente lasciato il buio degli alberi alle tue spalle. Il parcheggio è davanti a te, ti resta solo da attraversare il prato deserto del campus. Appena il vento riprende senti un altro rumore, ti giri a guardare. Dagli alberi appare la silhouette di una persona alta, al buio non riesci a distinguere se si tratti di un uomo o una donna, e la sua vista ti spaventa. Di nuovo acceleri il passo. Giunto nel parcheggio ormai deserto ti fermi un attimo per cercare la tua auto, è parcheggiata tra due dei pochi veicoli rimasti, un pick-up mezzo ammaccato e uno di quei furgoni che si vedono spesso in giro. Felice alla vista della tua auto cerchi le chiavi nella tasca del giubbotto, ma ti accorgi che non ci sono. Sicuramente saranno nel tuo zaino, appena cominci a cercarle però noti nuovamente quella figura, e questa volta sembra si stia dirigendo direttamente verso di te. Arrivato alla tua auto poggi lo zaino sul cofano e cerchi ancora le chiavi, ma al buio non si vede nulla. Hai la terribile sensazione dei suoi occhi che ti fissano mentre cerchi sempre più freneticamente le chiavi. Finalmente, le tue dita toccano le chiavi, le tiri fuori dallo zaino... Appena inserite le chiavi nella serratura una mano gelida avverti sulla tua spalla...”.

Le due vignette sopra descritte sono state tratte e riadattate dagli studi di Petralia, & Gallup Jr. (2002) e Fessler (2014). In particolare, si è dapprima attuato un processo di back translation: si è tradotta la storia in italiano e poi si è chiesto a un soggetto madrelingua inglese che conosce anche la nostra lingua di ritradurre il testo dall'italiano all'inglese. In questo modo ci si è accertati che la storia non fosse modificata nel suo significato e nelle sue parti. I riferimenti al genere sono stati volutamente rimossi, in quanto la storia originale è stata creata per essere somministrata a un campione interamente femminile. Già Fessler e colleghi (2014) hanno riadattato la storia affinché potesse essere spendibile anche per gli uomini, e per includere anche la presenza di un eventuale figlio. Tuttavia, quest'ultimo aspetto non è stato preso in considerazione nel nostro lavoro, in quanto non rilevante per i fini della nostra ricerca.

3.3.4 STUDIO PILOTA E MANIPULATION CHECK

Una volta tradotte le due versioni della storia, queste sono state somministrate ad un piccolo campione di valutatori, al fine di controllare che effettivamente queste generassero una attivazione emotiva differente nei soggetti rispondenti. Nella nostra ricerca si è ripresa la manipulation check condotta da Garza e colleghi, nel 2021, per un esperimento simile. In quest'ultimo essi hanno indagato se una ambientazione e una attivazione emotiva differente avessero un impatto sui giudizi di attrattività di uomini più o meno muscolosi. Si è quindi condotta un'indagine pilota, in cui si sono raccolte le risposte di 76 soggetti, 42 per la versione "harsh" e 34 per la versione "safe". Questo è stato fatto per confermare che le due storie, adattate in italiano, generassero l'attivazione emotiva preventivata. Ai soggetti si è chiesto di valutare in una scala Likert da 1 "non molto" a 7 "molto" le seguenti domande:

- "Quanto leggere la storia ti ha fatto percepire che il mondo stia diventando sempre più violento?";
- "Quanto leggendo la storia ti sei sentito in una situazione in cui stavi per divenire vittima di un crimine?";
- "Quanto leggere la storia ti ha generato attivazione emotiva?";
- "Fino a che punto questa storia ti ha fatto sentire che il mondo stia diventando un posto incerto?".

Si è valutato con appositi test, Shapiro-Wilk e Levene, che i requisiti di normalità e omoschedasticità fossero stati rispettati. In seguito si è proceduto con valutare che le risposte nei due campioni, per tutte e 4 le domande, fossero effettivamente diverse tra loro. Per fare ciò si sono calcolate medie e deviazioni standard delle risposte e utilizzando

un test T di Student è stato possibile confermare che le due versioni della storia generano una attivazione diversa. Si nota infatti che la condizione “harsh” generi nei soggetti intervistati maggiore inquietudine e sensazione di pericolo.

3.3.5 VOLTI E FWHR

Le foto dei soggetti utilizzati come stimolo sono state ottenute dal sito ufficiale della UFC (Ultimate Fighting Championship, <https://www.ufc.com/>) come in Zilioli et al., (2015), o in Palmer-Hague e colleghi (2018). In questo modo ci si è assicurati che le fotografie utilizzate fossero standardizzate, in quanto scattate tutte con la stessa fotocamera, dalla stessa distanza, e nelle stesse condizioni ambientali e di illuminazione. Tra le centinaia di foto di atleti disponibili sono state selezionate 40 foto, 20 volti maschili e 20 femminili, appartenenti alle categorie di peso heavyweights per gli uomini e bantamweight per le donne. Data la necessità di utilizzare volti neutri per la misurazione della FWHR, i 40 volti iniziali sono stati sottoposti a una valutazione circa la neutralità delle loro espressioni facciali. In un pre-test, 12 soggetti valutatori hanno utilizzato una scala Likert a 9 punti (da 1 “esprime emozione negativa” a 9 “esprime emozione positiva”) per valutare la coloritura emotiva dei volti, ove presente. Dal campione iniziale si è eliminati tutti quei volti con un punteggio ottenuto non compreso tra 4 e 6 ($4 < x < 6$). Dopo tale selezione son rimasti 20 volti, 11 femminili e 9 maschili, degli 11 femminili sono stati scartati tuttavia altri 2 volti a causa dei lunghi capelli cadenti sul viso che non permettono la valutazione precisa della ratio facciale. Così facendo si è giunti al numero finale del nostro campione di 18 volti, 9 maschili e 9 femminili.

Su suddetto campione si è poi andati a valutare se le ratio facciali dei singoli soggetti si distribuissero in maniera normale. Le misure sono state ricavate tramite l'utilizzo di

AutoCAD 2022 (<https://www.autodesk.it/>), in modo da ottenere una valutazione precisa che riducesse al minimo gli errori di misurazione.

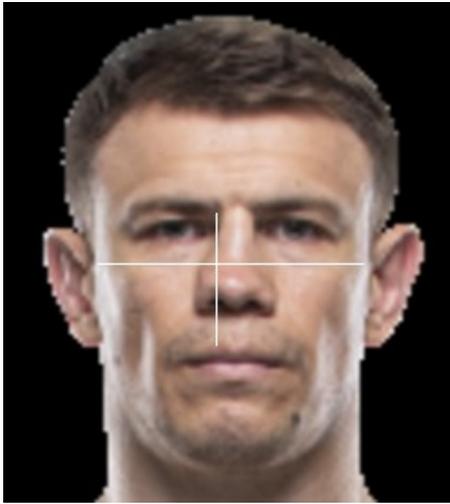


Figura 1: Misure della FWHR

La Facial Width-to-Height Ratio è stata calcolata come da letteratura, vedi Figura 1, ossia misurata tramite il rapporto della larghezza del volto (dalla punta dello zigomo sinistro a quella dello zigomo destro) per la sua altezza (dal bordo inferiore del sopracciglio all'inizio del labbro superiore), come in Weston et al. (2007) e in Carré (2008).

Prima di procedere con lo studio vero e proprio si è controllata con appositi test che la distribuzione delle FWHR dei vari soggetti seguisse una forma sovrapponibile a quella di una curva normale. Così facendo, ci si è assicurati che i dati in nostro possesso fossero utilizzabili al fine delle indagini statistiche preventivate.

Per quanto riguarda gli aspetti percettivi su cui la ratio facciale risulta influente, si è andati a valutare le impressioni dei soggetti rispondenti, attraverso l'uso di una scala Likert a 7 punti, sull'aggressività, la forza e l'attraenza dei volti presentati. In particolare si è chiesto di rispondere alle seguenti domande:

- “Quanto ritieni aggressivo il soggetto in foto?”;
- “Quanto è forte fisicamente secondo te paragonato a soggetti della sua età?”;
- “In generale, quanto lo trovi desiderabile e attraente?”.

3.4 APPROCCIO STATISTICO

Il nostro disegno sperimentale prevede una strutturazione gerarchica, in cui le variabili sono raggruppate in altre variabile, anche a più livelli. Questi livelli sono organizzati in una struttura a cluster, per cui i livelli superiori influiscono su quelli inferiori. In questo tipo di disegno, i dati appartenenti a ciascun cluster sono più simili tra loro rispetto ai dati di un livello differente. Per il nostro studio si sono raccolti dati circa le percezioni di aggressività, forza fisica e attraenza di una serie di volti appartenenti a dei lottatori di MMA (Mixed Martial Arts). I volti presentati sono in totale 18, 9 maschi e 9 femmine, per ciascuno di essi si sono raccolte anche informazioni circa le rispettive FWHR e i BMI. Inoltre, sono stati raccolti dati anche riguardo i soggetti rispondenti, in particolare l'età, il genere, il peso e l'altezza.

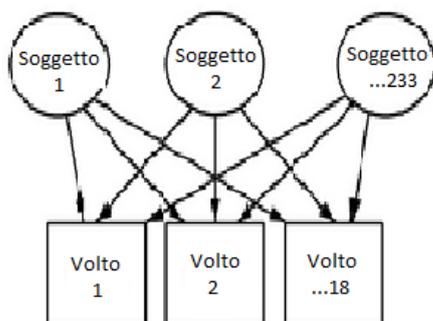


Figura 2: Rappresentazione grafica dei raggruppamenti delle valutazioni raccolte

Le valutazioni dei volti, in relazione alle variabili dipendenti, sono raggruppate sia tra i soggetti (ogni valutatore ha giudicato 18 volti) che tra gli item presentati (ogni fotografia è stata giudicata da 233 soggetti). Vedi Figura 1.

Tale disegno di ricerca è definito “incrociato” o misto in quanto le valutazioni possono essere raggruppate in base al valutatore e in base all’item. Nel nostro caso, il primo livello è formato dalle valutazioni dei singoli soggetti. Queste possono essere quindi raggruppate in base all’individuo (colui che ha dato le varie risposte) ma possono anche essere raggruppate in base al volto che si sta giudicando. Ciò implica che dobbiamo prendere in considerazione tre tipi diversi di varianza: effetti random dei soggetti, effetti

random delle foto ed errori residui random. Durante la nostra analisi statistica, abbiamo utilizzato dei modelli multilivello, al fine di prendere in considerazione tutti i possibili fattori di varianza sopracitati. Quindi, abbiamo applicato una mixed model ANOVA, con effetti random incrociati (multilevel model with crossed random effects). Considerare la gerarchia delle valutazioni risulta importante in quanto si può controllare l'indipendenza delle misurazioni e quindi degli errori.

Tutte le analisi sono state eseguite mediante il software R (v.1.2.5033) (RStudio 2019, Inc., rstudio.com). Dapprima si è controllato tramite test T di Student che i soggetti sottoposti alle 2 condizioni avessero una attivazione emotiva differente. Mentre, per testare le nostre ipotesi si sono creati una serie di modelli per ciascuna delle 3 variabili dipendenti: attrattività, aggressività e forza. Per prima cosa si è costruito il modello nullo, in cui il parametro è solo l'intercetta, permettendoci di avere una baseline per il confronto degli altri modelli. In seguito si è creato un secondo modello con l'aggiunta della prima variabile indipendente, focus del nostro studio, la FWHR. Successivamente, si è proceduto per passi, mantenendo i fattori che comportano un miglioramento del fit (calcolato tramite AIC) e aggiungendo man mano le altre variabili prese in considerazione nel nostro studio:

- Sesso del soggetto ritratto in foto;
- BMI del soggetto ritratto in fotografia;
- BMI del valutatore;
- Sesso del valutatore;
- Condizione della manipolazione emotiva a cui è sottoposto il valutatore.

Alla fine si è scelto il modello che meglio spiegasse la varianza delle valutazioni, senza però mettere da parte il principio di parsimonia, per cui a parità di fit il modello migliore è quello con meno predittori.

3.5 RISULTATI

3.5.1 CONTROLLO EFFETTO DELLA MANIPOLAZIONE

In prima istanza, prima di procedere con le analisi, abbiamo controllato che la manipolazione avesse generato una attivazione emozionale differente nei due gruppi di soggetti. Si nota come complessivamente i soggetti nella condizione pericolosa hanno ottenuto un punteggio di 18.71/25 mentre nella condizione tranquilla il punteggio è di 14.42/25. Dopo aver controllato la presenza dei prerequisiti d'applicabilità del test T di Student si è proceduto con esso, confermando la significatività della differenza d'arousal nei due gruppi di soggetti.

3.5.2 AGGRESSIVITÀ

Di seguito, si è indagato circa gli obiettivi della nostra ricerca. Il nostro primo obiettivo è stato quello di indagare se la FWHR dei volti correlasse con i giudizi di dominanza fisica di aggressività e forza sia negli uomini che nelle donne. Per quanto riguarda l'aggressività, ad una prima occhiata si nota in generale una correlazione tra la FWHR e l'aggressività. Come mostrato dal Grafico 1, possiamo notare un generale innalzamento dei valori di aggressività percepita all'aumentare della FWHR, risultando un predittore significativo che predice il 37% della varianza dei giudizi di aggressività. Tuttavia, essendo la FWHR un tratto sessualmente dimorfico, abbiamo deciso di controllare se, inserendo nel modello di regressione il genere del soggetto in foto, la significatività statistica della relazione tra aggressività percepita e FWHR viene mantenuta. Si nota come la relazione tra giudizi e ratio facciale venga sì mantenuta, ma che questa sia notevolmente più marcata negli uomini rispetto alle donne, spiegando il 70% della varianza in più nel genere maschile.

In generale comunque, sembra che la FWHR sia un indice utilizzato sia nei giudizi di volti maschili che di quelli femminili. In questi ultimi, però, la relazione risulta essere meno marcata. Per tale ragione, si è deciso di proseguire l'analisi in parallelo, considerando sia insieme che separatamente i volti maschili e quelli femminili. Com'è possibile notare dai grafici 2 e 3, si nota una relazione più lineare per gli uomini, per cui all'aumentare della ratio facciale aumenta anche il giudizio di aggressività attribuito. Mentre, per le donne la relazione è meno marcata. Inoltre, tra le altre differenze riscontrate, vi è la correlazione spiccata tra il BMI e i giudizi di aggressività, presente tuttavia solo per i volti femminili.

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Fixed effect intercept	4.04(0.22)***	4.04(0.19)***	3.95(0.19)***	3.73(2.06)***	3.81(1.97)***
FWHR		2.97(1)**	1.85(1.02)	1.86(1.04)	
BMI			0.07(0.03)*	6.13(3.53)	9.09(3.35)*
CONDIZIONE				5.24(1.38)***	5.23(1.35)***
BMI:CONDIZ.				3.14(1.05)**	3.12(9.02)***
Random effects					
RESIDUALS	1.42(1.19)	1.42(1.19)	1.42(1.19)	1.42(1.19)	1.42(1.19)
RATER	0.62(0.79)	0.62(0.79)	0.62(0.78)	0.55(0.74)	0.55(0.74)
ITEM	0.86(0.92)	0.57(0.75)	0.44(0.66)	0.44(0.66)	0.55(74)
Fit index					
AIC	8440.7	8435.5	8435.1	8417	8412.8

Tabella 1: Multilevel Mixed Models per i giudizi di aggressività attribuiti a volti maschili da parte di donne.

Approfondendo circa gli altri fattori che modulano i giudizi dati, tra quelli raccolti per la nostra ricerca, si è notata una significatività particolare per la condizione a cui i soggetti sono stati sottoposti e il genere del soggetto rispondente. La condizione risulta essere non significativamente influente sui giudizi di volti femminili né per gli uomini né per le donne, tuttavia, risulta particolarmente influente per i valutatori di genere femminile. In particolare, come mostra il Grafico 4, notiamo come in condizioni pericolose l'aggressività attribuita dalle donne a volti di genere maschile aumenta notevolmente.

Difatti, come mostrato nella Tabella 1, il modello finale, dotato del fit migliore, è quello che prende in considerazione gli effetti della condizione e del BMI sui giudizi di aggressività attribuiti ai volti maschili da parte delle donne. Notiamo come l'interazione tra questi due fattori ha un coefficiente di regressione di 3.12 (con un errore standard di 9.02) e un $p\text{-value} < 0.001$. I due fattori riducono sia la varianza attribuita agli items, da 0.86 a 0.55, sia quella attribuita ai raters, da 0.62 a 0.55.

3.5.3 FORZA

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Fixed effect intercept	4.93(0.17)***	4.68(0.15)***	3.99(0.26)***	4.002(2.63)***	3.9(0.27)***
FWHR		2.42(0.76)*	10.45(2.55)**	1.05(2.56)**	10.91(2.6)**
BMI			0.099(0.03)*	9.97(3.85)*	0.11(0.03)*
FWHR:BMI			-1.48(0.46)*	-1.48(4.67)*	-1.55(0.47)**
RATER_BMI				-3.7(2.22)	
RATER_SEX					0.2(0.17)
Random effects					
RESIDUALS	0.88(0.93)	0.88(0.93)	0.88(0.93)	0.87(0.93)	0.87(0.93)
RATER	0.65(0.8)	0.65(0.8)	0.65(0.8)	0.63(0.79)	0.64(0.8)
ITEM	0.24(0.49)	0.11(0.33)	0.05(0.22)	0.05(0.22)	0.05(0.22)
Fit index					
.0 .0AIC	6204.2	6199.5	6196	6162.9	6165.2

Tabella 2: Multilevel Mixed Models per i giudizi di forza attribuiti a volti maschili.

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Fixed effect intercept	4.28(0.2)***	4.28(0.15)***	6.35(0.7)***	6.37(7.08)***	6.58(0.71)***
FWHR		3.07(0.8)	10.74(4.72)**	1.08(4.72)*	11.02(4.76)*
BMI			0.57(0.14)**	5.75(1.45)**	0.6(0.14)**
FWHR:BMI			2.09(0.91)*	2.1(9.13)*	2.15(0.92)*
RATER_BMI				7.25(4.19)	
RATER_SEX					-0.63(0.32)
Random effects					
RESIDUALS	1.003(1.001)	1.003(1.001)	0.83(0.91)	0.84(0.91)	0.83(0.91)
RATER	0.53(0.73)	0.53(0.73)	0.66(0.81)	0.64(0.8)	0.65(0.81)
ITEM	0.67(0.82)	0.37(0.6)	0.07(0.27)	0.07(0.27)	0.07(0.27)
Fit index					
AIC	7577.8	7569.1	6111.9	6092.1	6081.8

Tabella 3: Multilevel Mixed Models per i giudizi di forza attribuiti a volti femminili.

Anche per quanto riguarda la forza, la FWHR risulta essere un predittore significativo. Anche controllando per l'effetto del genere la relazione tra i giudizi dati e la ratio facciale rimane significativa. Tuttavia, abbiamo continuato l'analisi tenendo separati volti maschili e femminili, così facendo si è potuto osservare se altri fattori influissero diversamente nei due generi. Difatti, inserendo tra i nostri predittori il BMI dell'atleta, si nota un miglioramento del modello generale (con volti maschili e femminili), ma con l'analisi divisa tra maschi e femmine si nota come questo sia molto più significativo per i volti femminili. In particolare, si nota come sia per i volti di uomini che per quelli delle donne l'interazione tra la ratio facciale e il BMI del volto spiegano rispettivamente il 79% e l'89% della varianza delle risposte. Per i volti maschili notiamo, come rappresentato nel Grafico 5, che per uomini con un alto BMI la FWHR risulta quasi ininfluenza, mentre per soggetti con BMI medio/basso la FWHR risulta avere un ruolo molto più marcato. Questi dati sono in linea con l'idea presentata precedentemente, per cui il BMI potrebbe essere un indice prevalente, quindi in caso questo sia particolarmente elevato questo abbia un effetto che assorbe quello della FWHR. Mentre, per soggetti in cui il BMI non è così alto, si presta più attenzione ad altri indici per la stima della forza, difatti notiamo come all'aumentare del rapporto facciale aumenti anche la forza percepita. Per i volti femminili, l'interazione tra BMI e FWHR ha un coefficiente di regressione coi giudizi di forza di 2.09, e un errore standard di 0.91 ($p \text{ value} < 0.05$). La condizione in questo caso risulta essere ininfluenza, mentre un ruolo, seppur secondario, sembra averlo il genere del soggetto. In generale sembra che le donne tendono a giudicare come più forte un medesimo volto rispetto agli uomini. Tra le differenze riscontrate nei due generi, però, notiamo come nei volti maschili l'uso della FWHR sembra diminuire nel caso di un alto

BMI, nelle femmine, invece sembra che sia la combinazione tra alto BMI e alta FWHR quella che dà come risultato dei giudizi di forza più alti (vedi Grafico 6).

Quindi complessivamente risulta confermata la nostra ipotesi, per cui la FWHR possa essere considerato un indice utilizzato nella percezione di aggressività e forza, sia negli uomini che nelle donne, sebbene in maniera più marcata nel genere maschile. La nostra seconda domanda di studio riguarda, invece, l'effetto della condizione. Ci si è chiesto se i giudizi attribuiti tramite la FWHR fossero influenzati dall'arousal emotivo dei soggetti. Abbiamo già accennato come per l'aggressività la condizione risulti rilevante. Approfondendo l'analisi, però, notiamo come questa, accoppiata al genere dei rispondenti e al genere dei soggetti in foto, risulti creare un modello che spiega la varianza nelle valutazioni molto meglio che considerando la FWHR. In particolare, notiamo come una condizione particolarmente pericolosa risulti modificare notevolmente i giudizi di aggressività attribuiti dalle donne. Questo potrebbe essere spiegato da dei meccanismi di difesa inconsci sviluppati nel corso dell'evoluzione per cui le donne, in genere fisicamente più deboli, tendono a essere più sensibili a stimoli ansiogeni e condizioni ambientali potenzialmente pericolose, in particolare se di fronte a loro si trova un uomo potenzialmente in grado di prevalere su di lei con la forza. Per quanto riguarda i giudizi di forza invece, questi sembrano essere indipendenti dalla condizione a cui il soggetto è sottoposto, difatti provando a inserirla nel modello si nota come il fit complessivo migliora leggermente, ma non abbastanza da giustificare l'inserimento di questa nel modello finale e l'allontanamento dal principio di parsimonia. L'ultima nostra ipotesi, circa questi indici di dominanza e formidabilità, riguarda il BMI del soggetto rispondente. Come abbiamo ampiamente spiegato nel corso della nostra trattazione, i giudizi attribuiti agli altri si basano spesso su delle valutazioni che facciamo

su noi stessi. Avviene, quindi, una comparazione tra le proprie caratteristiche e quelle altrui, che ci permette di formulare previsioni attendibili circa gli esiti di una interazione con l'altro, in questo caso gli esiti di una possibile colluttazione. Attraverso i nostri dati non è stato possibile dimostrare una correlazione tra BMI del rispondente e i giudizi di aggressività attribuiti. Tuttavia, abbiamo notato come le donne, generalmente con un indice di massa corporea inferiore tendano ad attribuire giudizi di aggressività maggiori a uomini (BMI maggiore). Va detto che ciò potrebbe essere spiegato da bias di genere per cui gli uomini sono considerati generalmente più aggressivi e tendenti alla violenza rispetto alle donne.

Per quanto riguarda i giudizi di forza, si è notata una tendenza nell'uso del BMI di chi risponde, soprattutto per volti maschili, sebbene tale tendenza non risulta abbastanza marcata da poter essere considerata significativa. Difatti, mettendo a modello il fattore, si nota un miglioramento in generale del fit del modello. Sia nel giudizio di volti maschili, che in quello di volti femminili, il BMI del rispondente ha una lieve influenza, ma non essendo significativa, abbiamo deciso di non prendere in considerazione questo fattore per un principio di parsimonia. Continuando, abbiamo controllato l'effetto del genere di chi valuta le foto, la sua significatività non è di molto al di sopra della soglia di accettazione di $\alpha=0.05$ (0.08 per le donne e 0.09 per gli uomini), il fit migliora, da 6111.9 a 6081.8 per volti femminili e da 6196 a 9165.2 per quelli maschili. Ciononostante, sempre per un principio di parsimonia, abbiamo deciso di non inserire questo fattore nel nostro modello finale. Quindi, sembrerebbe che la nostra ipotesi per cui le valutazioni di formidabilità altrui dipendano dalle caratteristiche proprie di chi valuta non sembra essere del tutto supportata dai dati. Sebbene ci sia un'influenza sui giudizi, questa non risulta essere significativa come ci saremmo aspettati.

3.5.4 ATTRAENZA

L'ultima parte della nostra analisi riguarda invece il cercare di capire se la FWHR sia un indice che venga utilizzato solo nella competizione intra-sessuale o se questo venga usato anche in quella intersessuale, come indicatore di buona qualità del partner in quanto maggiormente formidabile di un altro. Già da un semplice sguardo al dataset notiamo come i giudizi di attrattività attribuiti ai volti sono tutti nella parte bassa dello spettro di valutazione. Su una scala di valutazione che va da 1 a 7, infatti, i punteggi attribuiti hanno una media di 2,01. Questo lo imputiamo principalmente al fatto che il nostro campione non è prettamente rappresentativo della popolazione, ma appartenente a una minoranza: sono tutti lottatori esperti. Prima di iniziare abbiamo suddiviso i nostri soggetti in 4 gruppi:

- Maschi che giudicano femmine
- Maschi che giudicano maschi
- Femmine che giudicano maschi
- Femmine che giudicano femmine

In generale gli uomini sono giudicati come meno attraenti sia dalle donne ($\mu=1.68$) che dagli uomini ($\mu=1.89$). Mentre, le donne hanno dei punteggi leggermente più elevati a prescindere dal sesso di chi giudica: se il rater è maschio $\mu=2.82$, se il valutatore è donna $\mu=2.19$.

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Fixed effect intercept	2.82(0.24)***	4.89(1.38)**	1.01(1.14)	2.52(0.25)***	2.59(0.27)***
FWHR		-1.42(0.65)	-0.72(7.76)	-2.42(1.34)	-2.79(1.37)
BMI			-0.32(0.23)		
RATER BMI				0.03(0.02)	0.05(0.03)
CONDIZIONE					-0.16(0.2)
Random effects					
RESIDUALS	1.2(1.09)	0.7(0.83)	1.20(1.09)	1.2(1.09)	1.19(1.09)
RATER	0.76(0.87)	0.43(0.65)	0.76(0.87)	0.73(0.85)	0.69(0.83)
ITEM	0.44(0.66)	0.07(0.83)	0.18(0.43)	0.31(0.56)	0.31(0.56)
Fit index					
AIC	2719	2263.6	2717.6	2718.4	2715

Tabella 4: Multilevel Mixed Models per i giudizi di attrattività attribuiti a volti femminili da parte di uomini.

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Fixed effect intercept	1.68(0.13)***	1.78(0.14)***	1.82(0.14)***	1.93(0.15)***	1.72(0.13)***
FWHR		-0.96(0.7)	-1.01(0.7)	-1.12(0.71)	
BMI					
RATER BMI			0.06(0.01)***	0.08(0.02)***	0.05(0.01)***
CONDIZIONE				-0.25(0.13)	
FWHR:RAT_BMI			-0.07(0.03)*	-0.11(0.05)*	
Random effects					
RESIDUALS	0.59(0.77)	0.59(0.77)	0.59(0.77)	0.59(0.77)	0.59(0.77)
RATER	0.53(0.73)	0.53(0.73)	0.48(0.69)	0.47(0.68)	0.48(0.70)
ITEM	0.11(0.34)	0.09(0.31)	0.09(0.3)	0.09(0.30)	0.11(0.34)
Fit index					
AIC	3273.2	3273.5	3239	3241.8	3241

Tabella 5: Multilevel Mixed Models per i giudizi di attrattività attribuiti a volti maschili da parte di donne.

Partendo dalle nostre ipotesi abbiamo cercato innanzitutto di valutare se la FWHR risulti significativamente associata ai giudizi: la risposta è sì, ma non come ci aspettavamo. In generale notiamo un abbassamento dell'attraenza attribuita all'aumentare della ratio facciale. Questo ce lo si poteva aspettare quando il giudizio viene attribuito dagli uomini, per cui un volto maggiormente femminile risulterebbe più attraente in

quanto indicatore di una maggiore fertilità del partner potenziale. Difatti, notiamo come, inserendo nel modello la FWHR, l'AIC si abbassa da 2719 a 2263.6, e il coefficiente di regressione indica come all'aumentare di 1 unità la FWHR si ha un calo dei punteggi di attrattività di -1.42, con errore standard di 0.65. Mentre, come mostrano i dati, non risulta particolarmente rilevante anche per le donne che giudicano uomini, anzi il fit peggiora. Aspetto rilevante per quest'ultimo gruppo, di rispondenti femmine, è il BMI di chi risponde, sembra infatti che a un maggiore BMI sia associata una maggiore attrattività percepita dai volti. Questo fattore spiega il 9,43% della varianza delle risposte attribuita ai valutatori. Il coefficiente di regressione è di 0.05, con un errore standard di 0,01 e $\alpha < 0.001$. Seguendo la nostra linea di pensiero, l'effetto potrebbe essere spiegato da una minore inquietudine percepita dal valutatore, grazie a un corpo in linea generale più forte, che porta a percepire come meno minaccioso e quindi magari più attraente l'altro, soprattutto nel caso in cui questo abbia dei tratti di mascolinità particolarmente elevati. Tuttavia, come mostra il grafico 7, sebbene ci sia un trend nell'andamento dei giudizi, questi rimangono comunque tutti nella parte bassa dello spettro di valutazione. Per quanto riguarda le donne che giudicano altre donne, notiamo una tendenza nell'uso di ratio facciale e del proprio BMI per stimare l'attraenza dell'altra, ma questa non risulta significativa $0.05 < \alpha < 0.1$. Mentre per gli uomini sembra che nessun predittore, aggiunto alla FWHR, migliori il fit del nostro modello, né per volti maschili né per quelli femminili.

Per concludere, quindi, abbiamo costruito vari modelli, per individuare quello che, con le nostre variabili, spiegasse meglio la variazione dei giudizi di aggressività, forza e attrattività. Per quanto riguarda l'aggressività, come detto abbiamo diviso i dati di volti maschili e femminili a causa della forte correlazione tra la variabile di genere e la FWHR

dei volti. Il modello che meglio si adatta ai dati raccolti include la condizione e il sesso del valutatore come elementi principali. Questo risulta significativo sia che il volto che viene giudicato sia di un uomo, sia che sia di una donna. Tuttavia, solo per i volti delle donne, si è notato come inserendo nell'analisi il BMI del soggetto in foto, il fit del modello migliora significativamente, per cui per la valutazione di volti femminili il BMI sembra essere più rilevante che per la valutazione dei volti maschili. Per quanto riguarda la forza, la FWHR rimane un predittore significativo anche controllando l'effetto del genere, ma abbiamo voluto controllare comunque se le altre variabili coinvolte differissero per maschi e femmine, e quindi abbiamo continuato con l'analisi in parallelo di volti maschili e femminili. Quello che si nota è che, per entrambi i generi, l'interazione tra la FWHR e il BMI risulta spiegare bene la variazione dei giudizi dati. In modo particolare questi due fattori spiegano il 79% della varianza totale delle risposte per i volti maschili, mentre per quelli femminili addirittura l'89%.

Infine, per l'attraenza, si è trovata una relazione con la FWHR, questa non risulta significativa per i valutatori donna che giudicano uomini, comportando addirittura un peggioramento del fit. Mentre è leggermente al di sopra della soglia di accettabilità per gli uomini che giudicano donne ($\alpha=0,058$) ma comportando comunque un miglioramento significativo del fit del modello. Per gli uomini non sono state trovate inoltre altre variabili che interagendo con la FWHR comportassero un miglioramento del fit del modello senza compromettere troppo il principio di parsimonia. Per le donne, si è visto come prendendo in considerazione anche il BMI di colei che risponde al questionario si ottiene un miglioramento notevole del fit generale. È tra i fattori analizzati nel nostro studio è l'unico ad avere un'influenza significativa.

3.6 GRAFICI

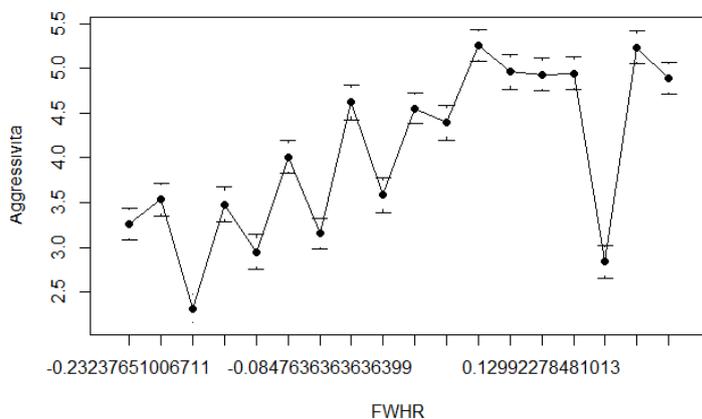


Grafico 1: Variazione dei giudizi di aggressività in relazione alla FWHR dei soggetti

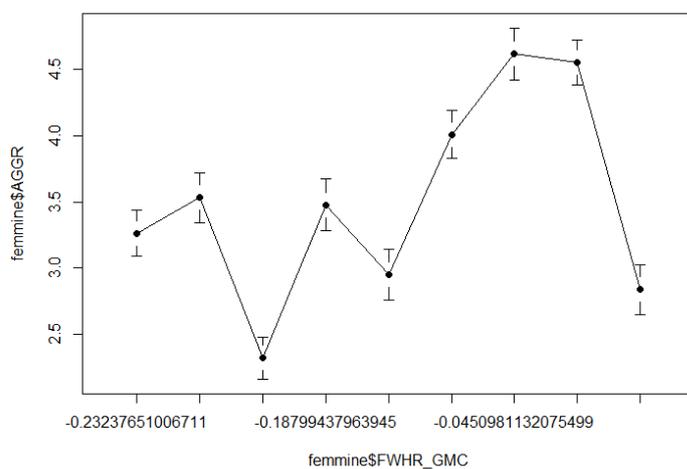


Grafico 2: Variazione dei giudizi di aggressività in relazione alla FWHR nelle donne

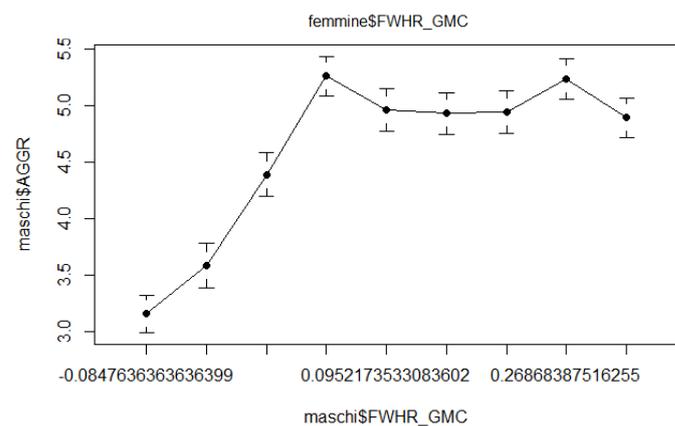


Grafico 3: Variazione dei giudizi di aggressività in relazione alla FWHR negli uomini

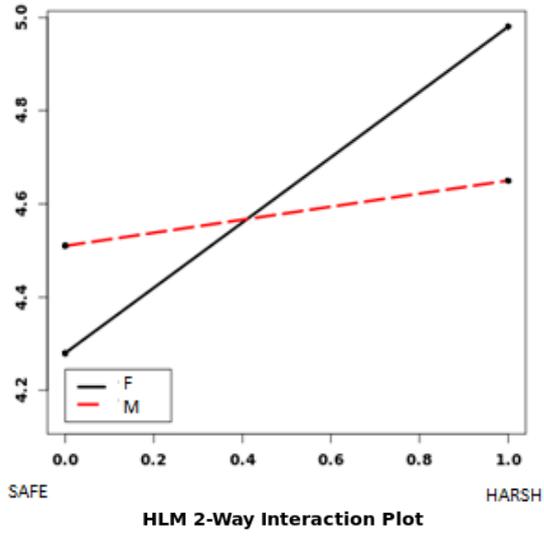


Grafico 4: Variazione dei giudizi di aggressività di valutatori maschi e femmine nelle 2 condizioni "harsh" e "safe"

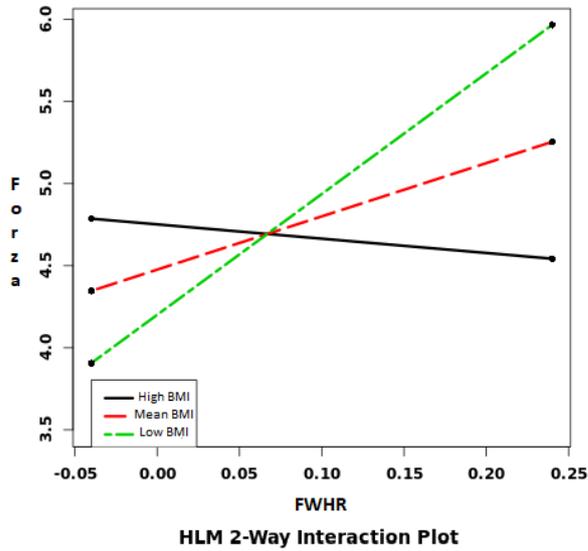


Grafico 5: Interazione FWHR-BMI sui giudizi di forza di volti maschili

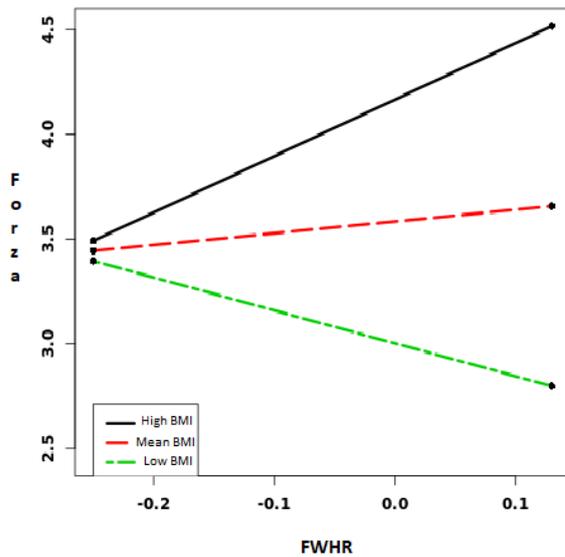


Grafico 6: Interazione FWHR-BMI sui giudizi di forza di volti femminili

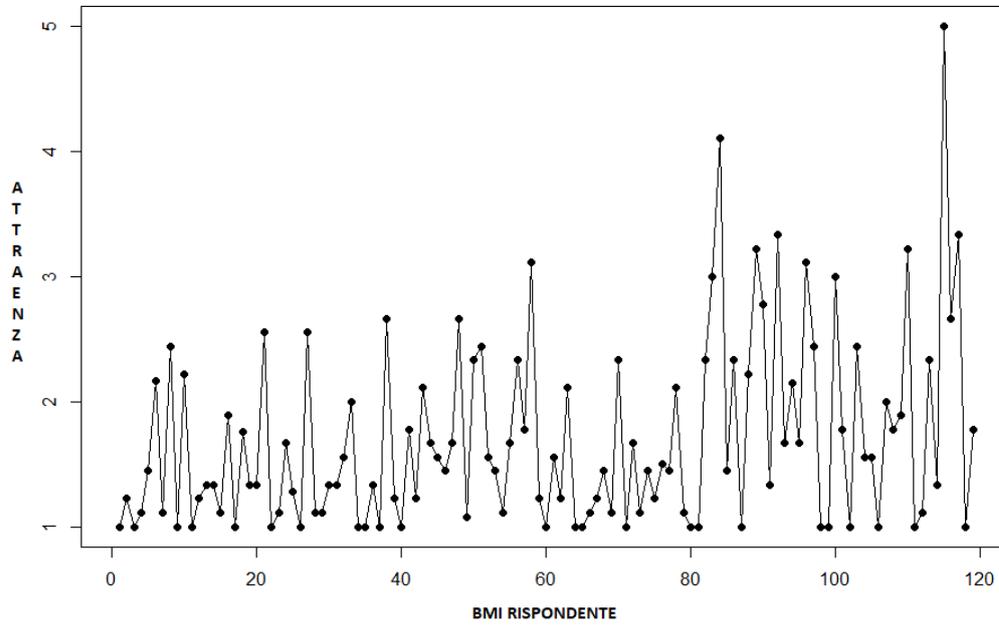


Gráfico 7: Giudizi di attrazione di volti maschili attribuiti da donne, sulla base del proprio BMI

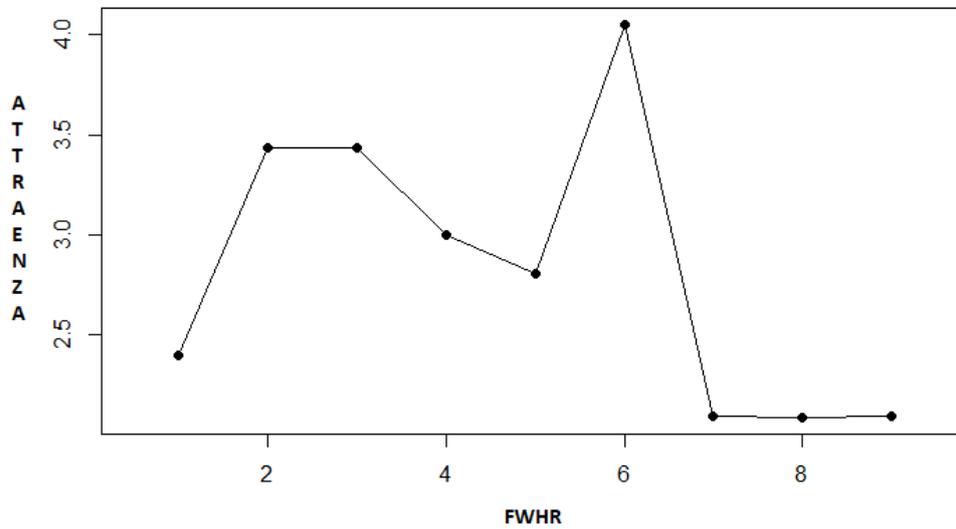


Gráfico 8: Interazione tra FWHR e giudizi di volti femminili da parte di uomini

3.7 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Complessivamente, possiamo affermare che i dati raccolti hanno confermato, almeno in parte, le nostre ipotesi. Partendo dall'analisi dei giudizi di aggressività, possiamo notare come questi siano in linea generale associati alla ratio facciale. In particolare per gli uomini, in cui la relazione risulta molto più marcata e lineare, per cui ad una ratio maggiore si associano livelli di aggressività percepita più elevati. Per i giudizi di volti di donne, invece, notiamo una relazione più stretta col BMI piuttosto che con la FWHR, probabilmente perché nei loro volti il tratto è generalmente meno marcato. Potremmo imputare tale tendenza a un sistema percettivo che si sia sviluppato per focalizzarsi su quelli che sono gli indici più comuni ed evidenti, utili ad effettuare una stima corretta della aggressività di un individuo. Tuttavia, l'associazione tra FWHR ed aggressività risultante dalle nostre analisi potrebbe essere anche dovuta al fatto che gli uomini (rapporto maggiore) tendano ad essere soggetti a un bias culturale per cui questi sarebbero più inclini alla violenza rispetto alle donne. Inoltre, a proposito sempre dell'aggressività percepita, possiamo notare come per le donne, generalmente fisicamente più deboli ed esposte a episodi di violenza, i giudizi di aggressività nella condizione "pericolosa" aumentino notevolmente. Ciò è in linea con le nostre ipotesi, per cui un individuo potenzialmente più soggetto a danni che a benefici derivanti da uno scontro, tenda a prestare maggiore attenzione a possibili minacce in modo da evitarle.

Per quanto riguarda la forza, invece, notiamo come la FWHR sia un indice che viene usato nei giudizi sia per i maschi che per le femmine. Questo rimane un predittore significativo anche controllando per l'effetto del genere. Dividendo il campione tra maschi e femmine, notiamo inoltre che il secondo indice maggiormente rilevante per la stima della forza, il BMI, risulta influente per entrambi i generi, ma, anche in questo caso,

maggiormente utilizzato per i volti femminili. Questo ci porta a confermare l'ipotesi citata poc'anzi per cui, essendo nelle donne questo tratto meno evidente, la stima delle caratteristiche di formidabilità si basi su un sistema percettivo che ha dei focus diversi, piuttosto che la ratio facciale quindi, altri indici che indicano la taglia del soggetto. Approfondendo gli effetti di interazione, tuttavia, notiamo una differenza notevole tra i due generi. Si nota infatti come l'interazione tra FWHR e BMI risulti significativa per BMI medio e BMI basso negli uomini, mentre nelle donne solo per il BMI alto. Gli effetti sull'uomo potrebbero essere spiegati dalla prevalenza dell'indice di taglia, per cui un soggetto grande e grosso viene giudicato come più forte a prescindere dai suoi tratti facciali. Mentre, nelle donne, è la combinazione alto BMI-alta FWHR quella che dà una percezione di forza maggiore. Comunque questo dato supporta la nostra idea per cui una donna di taglia più grossa e mascolina produca delle percezioni di forza maggiori. Durante l'analisi dei giudizi di forza, si è evidenziato inoltre che il genere del rispondente sembra avere una leggera influenza sulla stima di forza del volto. In particolare, le donne tendono ad attribuire punteggi di forza maggiori rispetto agli uomini giudicando volti maschili. Sebbene questa variazione non risulti significativa, si nota comunque un miglioramento del fit del modello e, assieme ai dati in letteratura a riguardo, ci portano comunque a considerare la stima della formidabilità altrui come un evento relazionale, per cui ciò che i soggetti vedono negli altri viene messo a paragone con quelle che sono le proprie caratteristiche. Per entrambi gli indici di formidabilità non c'è differenza in base alla condizione nei giudizi attribuiti da maschi verso volti maschili. La diversa attivazione emotiva risulta rilevante, invece, per le donne che giudicano uomini, ma solo per l'aggressività, no per la stima della forza.

Infine, per quanto riguarda l'attrattività, possiamo notare come la FWHR ha un'influenza ma non come ci aspettavamo. Si evince, infatti, che, per i giudizi di volti femminili da parte dei maschi, i punteggi di attrazione diminuiscono all'aumentare della ratio facciale. Questo ce lo si aspettava in quanto in letteratura è stata ampiamente approfondita la relazione tra tratti di femminilità, indici di fertilità, e attrattività delle donne. Mentre, non si è trovata un'influenza della ratio sui giudizi da parte delle donne sugli uomini come ipotizzato. Ci aspettavamo che a una maggiore presenza di tratti di formidabilità fossero associati punteggi di attrazione maggiori, ma così non è. Va detto, tuttavia, che il nostro campione non risulta molto utile per approfondire tale relazione, in quanto i nostri soggetti fanno parte di una nicchia di lottatori professionisti non rappresentativa della popolazione. Difatti, in generale, i punteggi di attrazione attribuiti sono quasi tutti vicini al minimo. Oltre a questo, i dati in letteratura dimostrano come le condizioni ambientali, le esperienze di vita e altri fattori come l'interesse in una relazione a breve piuttosto che a lungo termine, hanno un'influenza significativa sull'attrattività percepita rendendolo un costrutto difficilmente inquadrabile del tutto.

Concludendo, quindi, possiamo affermare che questo indice facciale, la FWHR, sia un elemento che viene preso in considerazione nel momento in cui un soggetto deve stimare la forza e l'aggressività del soggetto. Questo risulta essere maggiormente usato nei maschi, mentre nelle donne viene prediletto l'uso del BMI. Sicuramente tale indice è stato e continua a essere importante per la stima delle caratteristiche altrui nel contesto della competizione intra-sessuale. Se, tuttavia, questo venga utilizzato anche durante la selezione inter-sessuale non è possibile constatarlo dai dati a nostra disposizione.

BIBLIOGRAFIA

- Andersson M. (1994). Sexual selection. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. p 599 *Animal Behaviour*, 77(5), 991–1004.
- Archer, J., & Thanzami, V. (2009). The relation between mate value, entitlement, physical aggression, size and strength among a sample of young Indian men. *Evolution and Human Behavior*, 30(5), 315–321.
- Arnott, G., & Elwood, R. W. (2009). Assessment of fighting ability in animal contests. *Animal Behaviour*, 77(5), 991–1004.
- Bassili JN. (1979) Emotion recognition: The role of facial movement and the relative importance of upper and lower areas of the face. *J Pers Soc Psychol.*; 37:2049–2058.
PMID: 521902
- Benenson JF. (2013) The development of human female competition: allies and adversaries. *Phil. Trans. R. Soc. B* 368, 20130079.
- Bird, B. M., Jofré, V. S. C., Geniole, S. N., Welker, K. M., Zilioli, S., Maestriperi, D., ... & Carre, J. M. (2016). Does the facial width-to-height ratio map onto variability in men's testosterone concentrations? *Evolution and Human Behavior*, 37(5), 392-398.
- Björkqvist, K. (2018). Gender differences in aggression. *Current Opinion in Psychology*, 19, 39-42.
- Bond, R., & Smith, P. B. (1996). Culture and conformity: A meta-analysis of studies using Asch's (1952b, 1956) line judgment task. *Psychological bulletin*, 119(1), 111.

- Bosch, O. J. (2013). Maternal aggression in rodents: brain oxytocin and vasopressin mediate pup defence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1631), 20130085.
- Bribiescas RG. (2006). On the evolution, life history, and proximate mechanisms of human male reproductive senescence. *Evol Anthropol* 15:132–141.
- Brink, O., Vesterby, A., & Jensen, J. (1998). Pattern of injuries due to interpersonal violence. *Injury*, 29(9), 705–709.
- Bruce, V., & Young, A. (1998). *In the eye of the beholder: The science of face perception*. Oxford: Oxford University Press.
- Bulygina E., Mitteroecker P., & Aiello L. (2006). Ontogeny of facial dimorphism and patterns of individual development within one human population. *American Journal of Physical Anthropology*, 131(3), 432–443.
- Buss D. M. (2016). *Psicologia evoluzionistica quinta edizione*. Pearson Italia.
- Buss, D. M., & Dedden, L. A. (1990). Derogation of competitors. *Journal of Social and Personal Relationships*, 7(3), 395-422.
- Buss, D. M., & Shackelford, T. K. (1997). Human aggression in evolutionary psychological perspective. *Clinical psychology review*, 17(6), 605-619.
- Butovskaya, M. L., Windhager, S., Karelin, D., Mezentseva, A., Schaefer, K., & Fink, B. (2018). Associations of physical strength with facial shape in an African pastoralist society, the Maasai of Northern Tanzania. *PloS One*, 13(5), e0197738.
- Campagna, C., & Le Boeuf, B. J. (1988). Reproductive behaviour of southern sea lions. *Behaviour*, 104(3-4), 233-261.

- Campbell, A. (2008). Attachment, aggression and affiliation: the role of oxytocin in female social behavior. *Biological psychology*, 77(1), 1-10.
- Campbell, A. (2013). The evolutionary psychology of women's aggression. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1631), 20130078.
- Carré, J. M., & McCormick, C. M. (2008). In your face: facial metrics predict aggressive behaviour in the laboratory and in varsity and professional hockey players. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1651), 2651-2656.
- Carré, J. M., McCormick, C. M., & Mondloch, C. J. (2009). Facial structure is a reliable cue of aggressive behavior. *Psychological science*, 20(10), 1194-1198.
- Carré, J. M., Morrissey, M. D., Mondloch, C. J., & McCormick, C. M. (2010). Estimating aggression from emotionally neutral faces: Which facial cues are diagnostic? *Perception*, 39(3), 356-377.
- Carrier, D. R., & Morgan, M. H. (2015). Protective buttressing of the hominin face. *Biological Reviews*, 90(1), 330-346.
- Chagnon, N. A. (1988). Life histories, blood revenge, and warfare in a tribal population. *Science*, 239(4843), 985-992.
- Cherek DR, Schnapp W, Moeller FG, Dougherty DM (1996) Laboratory measures of aggressive responding in male parolees with violent and nonviolent histories. *Aggress Behav* 22: 27–36.
- Clutton-Brock TH. (1985). Size, sexual dimorphism, and polygyny in primates. In: Jungers WL, editor. *Size and scaling in primate biology*. New York: Plenum. p 51–60.
- Clutton-Brock TH. (2007) Sexual selection in males and females. *Science* 318, 1882 – 1885.

- Coetsee V., Chen J., Perrett D. I., & Stephen I. D. (2010). Deciphering faces: Quantifiable visual cues to weight. *Perception*, 39, 51–61.
- Craig B. M., Nelson N. L., & Dixson B. J. W. (2019). Sexual selection, agonistic signalling, and the effect of beards on men's anger displays. *Psychological Science*, 30, 728–738.
- Crook, J. H. (1972). Sexual selection, dimorphism, and social organization in the primates. In *Sexual selection and the descent of man*.
- Daly, M., & Wilson, M. (1988). Evolutionary social psychology and family homicide. *Science*, 242(4878), 519-524.
- Darwin, C. (1871). *Principles of sexual selection*.
- Deaner, R. O., Goetz, S. M., Shattuck, K., & Schnotala, T. (2012). Body weight, not facial width-to-height ratio, predicts aggression in pro hockey players. *Journal of Research in Personality*, 46(2), 235-238.
- Deska J. C., Lloyd E. P., & Hugenberg K. (2018). The face of fear and anger: Facial width-to-height ratio biases recognition of angry and fearful expressions. *Emotion*, 18(3), 453.
- Dixson A. F., Dixson B. J., & Anderson M. J. (2005). Sexual selection and the evolution of visually conspicuous sexually dimorphic traits in male monkeys, apes, and human beings. *Annual Review of Sex Research*, 16, 1–17. PMID: 16913285
- Dixson B. J., & Vasey P. L. (2012). Beards augment perceptions of men's age, social status, and aggressiveness, but not attractiveness. *Behavioral Ecology*, 23(3), 481–490.
- Durkee, P. K., Goetz, A. T., & Lukaszewski, A. W. (2018). Formidability assessment mechanisms: Examining their speed and automaticity. *Evolution and Human Behavior*, 39(2), 170-178.

- Elias DO, Botero CA, Andrade MCB, Mason AC, Kasumovic M. (2010) High resource valuation fuels 'desperado' fighting tactics in female jumping spiders. *Behav. Ecol.* 21, 868 – 875.
- Ellis, B. J., Del Giudice, M., Dishion, T. J., Figueredo, A. J., Gray, P., Griskevicius, V., ... & Wilson, D. S. (2012). The evolutionary basis of risky adolescent behavior: implications for science, policy, and practice. *Developmental psychology*, 48(3), 598.
- Emlen, S. T., & Oring, L. W. (1977). Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science*, 197(4300), 215-223.
- Enlow, D. H., Hans, M. H. G., & McGrew, L. (1996). In Saunders (Ed.), *Essentials of facial growth*. Philadelphia: Saunders.
- Fenstemaker, S. B., Zup, S. L., Frank, L. G., Glickman, S. E., & Forger, N. G. (1999). A sex difference in the hypothalamus of the spotted hyena. *nature neuroscience*, 2(11), 943-945.
- Fessler, D.M.T., Holbrook, C., Pollack, J., & Hahn-Holbrook, J. (2014). Stranger danger: Parenthood and child presence increase the envisioned bodily formidability of menacing men. *Evolution and Human Behavior*, 35, 109-117.
- Fink, B., Neave, N., & Seydel, H. (2007). Male facial appearance signals physical strength to women. *American Journal of Human Biology*, 19(1), 82–87.
- Folstad, I. & Karter, A. J. (1992) Parasites, bright males, and the immunocompetence handicap. *Am. Nat.* 139, 603–622.

- French, J. A., Mustoe, A. C., Cavanaugh, J., & Birnie, A. K. (2013). The influence of androgenic steroid hormones on female aggression in 'atypical' mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1631), 20130084.
- Gallup, A. C., & Wilson, D. S. (2009). Body mass index (BMI) and peer aggression in adolescent females: An evolutionary perspective. *Journal of Social, Evolutionary, and Cultural Psychology*, 3(4), 356–371.
- Garza, R., Pazhoohi, F., & Byrd-Craven, J. (2021). Women's Preferences for Strong Men Under Perceived Harsh Versus Safe Ecological Conditions. *Evolutionary Psychology*, 19(3), 14747049211032351.
- Geniole SN, Keyes AE, Mondloch CJ, Carre' JM, McCormick CM (2012) Facing Aggression: Cues Differ for Female versus Male Faces. *PLoS ONE* 7(1): e30366.
- Geniole, S. N., & McCormick, C. M. (2015). Facing our ancestors: Judgements of aggression are consistent and related to the facial width-to-height ratio in men irrespective of beards. *Evolution and Human Behavior*, 36(4), 279–285.
- Graves, B. M. (2010). Ritualized combat as an indicator of intrasexual selection effects on male life history evolution. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, 22(1), 45-49.
- Gwynne, D. T., & Simmons, L. W. (1990). Experimental reversal of courtship roles in an insect. *Nature*, 346(6280), 172-174.
- Hammer, M. F., Mendez, F. L., Cox, M. P., Woerner, A. E., & Wall, J. D. (2008). Sex- biased evolutionary forces shape genomic patterns of human diversity. *PloS Genetics*, 4(9).

- Haselhuhn M. P., & Wong E. M. (2011). Bad to the bone: facial structure predicts unethical behaviour. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1728), 571–576.
- Haselhuhn, M. P., Wong, E. M., Ormiston, M. E., Inesi, M. E., & Galinsky, A. D. (2014). Negotiating face-to-face: Men's facial structure predicts negotiation performance. *The Leadership Quarterly*, 25(5), 835–845.
- Hodges-Simeon CR, Albert G, Richardson GB, McHale TS, Weinberg SM, Gurven M, et al. (2021) Was facial width-to-height ratio subject to sexual selection pressures? A life course approach. *PLoS ONE* 16(3): e0240284.
- Holzleitner, I. J., & Perrett, D. I. (2016). Perception of strength from 3D faces is linked to facial cues of physique. *Evolution and Human Behavior*, 37(3), 217–229.
- Horns, J., Jung, R., & Carrier, D. R. (2015). In vitro strain in human metacarpal bones during striking: Testing the pugilism hypothesis of hominin hand evolution. *Journal of Experimental Biology*, 218(20), 3215–3221.
- Janssen I, Heymsfield SB, Wang Z, Ross R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 years. *J Appl Physiol* 89:81–88.
- Jia Y., Lent L. V., & Zeng Y. (2014). Masculinity, testosterone, and financial misreporting. *Journal of Accounting Research*, 52(5), 1195–1246.
- Kordsmeyer T. L., Freund D., Pita S. R., Juñger J., & Penke L. (2019). Further Evidence that Facial Width-to-Height Ratio and Global Facial Masculinity Are Not Positively Associated with Testosterone Levels. *Adaptive Human Behavior and Physiology*, 5(2), 117–130.

- Kramer, R. S., & Ward, R. (2012). Cues to personality and health in the facial appearance of chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Evolutionary Psychology*, 10(2), 147470491201000210.
- Kramer, R. S., King, J. E., & Ward, R. (2011). Identifying personality from the static, nonexpressive face in humans and chimpanzees: evidence of a shared system for signaling personality. *Evolution and Human Behavior*, 32(3), 179-185.
- Laforest S, St.-Pierre DM, Cyr J, Gayton D. (1990). Effects of age and regular exercise on muscle strength and endurance. *Eur J Appl Physiol* 60:104–111.
- Lane, S. M., & Briffa, M. (2020). Perceived and actual fighting ability: determinants of success by decision, knockout or submission in human combat sports. *Biology letters*, 16(10), 20200443.
- Lee, A. J., & Zietsch, B. P. (2011). Experimental evidence that women's mate preferences are directly influenced by cues of pathogen prevalence and resource scarcity. *Biology Letters*, 7(6), 892-895.
- Lefevre C. E., Lewis G. J., Perrett D. I., & Penke L. (2013). Telling facial metrics: facial width is associated with testosterone levels in men. *Evolution and Human Behavior*, 34(4), 273–279.
- Lefevre, C. E., & Lewis, G. J. (2014). Perceiving Aggression from Facial Structure: Further Evidence for A Positive Association with Facial Width–To–Height Ratio and Masculinity, but Not for Moderation by Self–Reported Dominance. *European Journal of Personality*, 28(6), 530-537.

- Lefevre, C. E., Lewis, G. J., Bates, T. C., Dzhelyova, M., Coetzee, V., Deary, I. J., & Perrett, D. I. (2012). No evidence for sexual dimorphism of facial width-to-height ratio in four large adult samples. *Evolution and Human Behavior*, 33, 623–627.
- Lewis G. J., Lefevre C. E., & Bates T. C. (2012). Facial width-to-height ratio predicts achievement drive in US presidents. *Personality and Individual Differences*, 52(7), 855–857
- Lidborg, L. H., Cross, C. P., & Boothroyd, L. G. (2020). Masculinity matters (but mostly if you're muscular): A meta-analysis of the relationships between sexually dimorphic traits in men and mating/reproductive success. *bioRxiv*.
- Lukaszewski, A. W., Simmons, Z. L., Anderson, C., & Roney, J. R. (2016). The role of physical formidability in human social status allocation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 110(3), 385–406.
- Manson, J. H., Wrangham, R. W., Boone, J. L., Chapais, B., Dunbar, R. I. M., Ember, C. R., et al. (1991). Intergroup aggression in chimpanzees and humans. *Current Anthropology*, 32(4), 369–390.
- Marsh, A. A., Adams Jr, R. B., & Kleck, R. E. (2005). Why do fear and anger look the way they do? Form and social function in facial expressions. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 31(1), 73-86.
- Maughn RJ, Watson JS, Weir J. (1983). Strength and cross-sectional area of human skeletal muscle. *J Physiol* 338:37–49.
- Morgan, M. H., & Carrier, D. R. (2013). Protective buttressing of the human fist and the evolution of hominin hands. *Journal of Experimental Biology*, 216(2), 236-244.

- Mueller, U. & Mazur, A. (1996) Facial dominance of West Point cadets as a predictor of later military rank. *Soc. Forces* 74, 823–850.
- Ness, C. D. (2004). Why girls fight: Female youth violence in the inner city. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 595(1), 32-48.
- Noser E., Schoch J., & Ehlert U. (2018). The influence of income and testosterone on the validity of facial width-to-height ratio as a biomarker for dominance. *PloS one*, 13(11), e0207333.
- O'Brien, S. F., & Bierman, K. L. (1988). Conceptions and perceived influence of peer groups: Interviews with preadolescents and adolescents. *Child development*, 1360-1365.
- Packer, C. (1988). Reproductive success in lions. *Reproductive success*, 363-383.
- Palmer-Hague, J. L., Twele, A. C., & Fuller, A. J. (2018). Body mass index, facial width-to-height ratio, and perceived formidability in female Ultimate Fighting Championship (UFC) fighters. *Aggressive behavior*, 44(6), 553-560.
- Parker, G. A. (1974). Assessment strategy and the evolution of fighting behaviour. *Journal of Theoretical Biology*, 47(1), 223–243.
- Penton-Voak I. S., Pound N., Little A. C., & Perrett D. I. (2006). Personality judgments from natural and composite facial images: More evidence for a “kernel of truth” in social perception. *Social Cognition*, 24, 490–524.
- Penton-Voak, I. S. & Chen, J. Y. (2004) High salivary testosterone is linked to masculine male facial appearance in humans. *Evol. Hum. Behav.* 24, 229–241.
- Peterson, M. P., Rosvall, K. A., Choi, J. H., Ziegenfus, C., Tang, H., Colbourne, J. K., & Ketterson, E. D. (2013). Testosterone affects neural gene expression differently in male

and female juncos: a role for hormones in mediating sexual dimorphism and conflict. *PLoS One*, 8(4), e61784.

Petralia, S. M., & Gallup Jr, G. G. (2002). Effects of a sexual assault scenario on handgrip strength across the menstrual cycle. *Evolution and Human Behavior*, 23(1), 3-10.

Plavcan, J. M. (2001). Sexual dimorphism in primate evolution. *American Journal of Physical Anthropology*, 116(S33), 25-53.

Pusey, A. (2012). Magnitude and sources of variation in female reproductive performance. In *The evolution of primate societies* (pp. 343-366). University of Chicago Press.

Pusey, A. E., & Schroepfer-Walker, K. (2013). Female competition in chimpanzees. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1631), 20130077.

Puts, D. A., Gaulin, S. J. C., & Verdolini, K. (2006). Dominance and the evolution of sexual dimorphism in human voice pitch. *Evolution and Human Behaviour*, 27, 283–296.

Rhodes, G. (2006). The evolutionary psychology of facial beauty. *Annu. Rev. Psychol.* 57, 199–226.

Rhodes, G., Yoshikawa, Y., Palermo, R., Simmons, L. W., Peters, M., Lee, K., Halberstadt, J. & Crawford, J. R. (2007). Perceived health contributes to the attractiveness of facial symmetry, averageness, and sexual dimorphism. *Perception* 36, 1244–1252.

Rogers AR, Mukherjee A. (1992). Quantitative genetics of sexual dimorphism in human body size. *Evolution* 46:226–234.

Rosenqvist, G. (1990). Male mate choice and female-female competition for mates in the pipefish *Nerophis ophidion*. *Animal Behaviour*, 39(6), 1110-1115.

- Rosvall, K. A. (2013). Proximate perspectives on the evolution of female aggression: good for the gander, good for the goose?. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1631), 20130083.
- Said CP, Sebe N, Todorov A. (2009) Structural resemblance to emotional expressions predicts evaluation of emotionally neutral faces. *Emotion*. 9:260–264.
- Sell, A. N., Cosmides, L., Tooby, J., Sznycer, D., von Rueden, C., & Gurven, M. (2009). Human adaptations for the visual assessment of strength and fighting ability from the body and face. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1656), 575–584.
- Sell, A., Bryant, G. A., Cosmides, L., Tooby, J., Sznycer, D., Von Rueden, C., Gurven, M. (2010). Adaptations in humans for assessing physical strength from the voice. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 277(1699), 3509–3518.
- Sell, A., Hone, L. S. E., & Pound, N. (2012). The importance of physical strength to human males. *Human Nature*, 23, 30–44.
- Shepherd, J. P., Shapland, M., Pearce, N. X., & Scully, C. (1990). Pattern, severity and aetiology of injuries in victims of assault. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 83(2), 75–78.
- Short, L. A., Mondloch, C. J., McCormick, C. M., Carré, J. M., Ma, R., Fu, G., & Lee, K. (2012). Detection of propensity for aggression based on facial structure irrespective of face race. *Evolution and Human Behavior*, 33(2), 121–129.
- Smith, J. M., & Price, G. R. (1973). The logic of animal conflict. *Nature*, 246(5427), 15-18.

- Staub, N. L., & De Beer, M. (1997). The role of androgens in female vertebrates. *General and comparative endocrinology*, 108(1), 1-24.
- Stillman, T. F., Maner, J. K., & Baumeister, R. F. (2010). A thin slice of violence: Distinguishing violent from nonviolent sex offenders at a glance. *Evolution and Human Behavior*, 31(4), 298–303.
- Stirrat M., & Perrett D. I. (2010). Valid facial cues to cooperation and trust: Male facial width and trustworthiness. *Psychological science*, 21(3), 349–354.
- Stirrat, M. R., Stulp, G., & Pollet, T. V. (2012). Male facial width is associated with death by contact violence: Narrow-faced males are more likely to die from contact violence. *Evolution and Human Behavior*, 33(5), 551–556.
- Stockley, P., & Bro-Jørgensen, J. (2011). Female competition and its evolutionary consequences in mammals. *Biological Reviews*, 86(2), 341-366.
- Stockley, P., & Campbell, A. (2013). Female competition and aggression: interdisciplinary perspectives.
- Stockley, P., Bottell, L., & Hurst, J. L. (2013). Wake up and smell the conflict: odour signals in female competition. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1631), 20130082.
- Svensson, B. G. (1997). Swarming behavior, sexual dimorphism, and female reproductive status in the sex role-reversed dance fly species *Rhamphomyia marginata*. *Journal of insect behavior*, 10(6), 783-804.
- Swaddle, J. P. & Reiersen, G. W. (2002) Testosterone increases perceived dominance but not attractiveness in human males. *Proc. R. Soc. B* 269, 2285–2289.

- Todorov A, Loehr V, Oosterhof NN. The obligatory nature of holistic processing of faces in social judgments. *Perception*. 2010; 39: 514–532. PMID: 20514999.
- Toscano, H., Schubert, T., & Sell, A. N. (2014). Judgments of dominance from the face track physical strength. *Evolutionary Psychology*, 12(1), 1–18.
- Třebický V., Stirrat M., Havlíček J. (2021) Fighting Assessment. In: Shackelford T.K., Weekes-Shackelford V.A. (eds) *Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science*. Springer, Cham.
- Třebický, V., & Havlíček, J. (2017). Signals of body size. In T. K. Shackelford & V. A. Weekes-Shackelford (Eds.), *Encyclopedia of evolutionary psychological science*. Cham: Springer International Publishing.
- Třebický, V., Fialová, J., Kleisner, K., Roberts, S. C., Little, A. C., & Havlíček, J. (2015). Further evidence for links between facial width-to-height ratio and fighting success: Commentary on Zilioli et al. (2014). *Aggressive Behavior*, 41(4), 331–334.
- Trivers R. L. (1972). Parental investment and sexual selection. In B. Campbell (Ed.), *Sexual selection and the descent of man: 1871-1971* (pp.136-179).
- University of Washington Health Sciences/UW Medicine. (2020, February 10). How some mammals pause their pregnancies: Biochemical reasons for lag times between conception and pregnancy in mice became clearer in a recent study. *ScienceDaily*. Retrieved February 3, 2022 from www.sciencedaily.com/releases/2020/02/200210165723.htm

- Verdonck, A., Gaethofs, M., Carels, C. & de Zegher, F. 1999 Effect of low-dose testosterone treatment on craniofacial growth in boys with delayed puberty. *Eur. J. Orthod.* 21, 137–143.
- Walker, P. L. (1997). Wife beating, boxing, and broken noses: Skeletal evidence for the cultural patterning of interpersonal violence. In D. Frayer & D. Martin (Eds.), In ----- troubled times: Violence and warfare in the past. London: Gordon and Breach.
- Walker, P. L. (2001). A bioarchaeological perspective on the history of violence. *Annual Review of Anthropology*, 30, 573–596.
- Watkins CD, Jones BC, DeBruine LM. (2010). Individual differences in dominance perception: Dominant men are less sensitive to facial cues of male dominance. *Pers. Individ. Dif.* 49:967–971.
- Watkins, C. D., Fraccaro, P. J., Smith, F. G., Vukovic, J., Feinberg, D. R., Debruine, L. M., & Jones, B. C. (2010). Taller men are less sensitive to cues of dominance in other men. *Behavioral Ecology*, 21(5), 943–947.
- Weinberg S. M., Parsons T. E., Raffensperger Z. D., & Marazita M. L. (2015). Prenatal sex hormones, digit ratio, and face shape in adult males. *Orthodontics & craniofacial research*, 18(1), 21–26.
- Welker K. M., Goetz S. M., & Carré J. M. (2015). Perceived and experimentally manipulated status moderates the relationship between facial structure and risk-taking. *Evolution and Human Behavior*, 36(6), 423–429.
- Welker, K. M., & Carré, J. M. (2015). Individual differences in testosterone predict persistence in men. *European Journal of Personality*, 29(1), 83–89.

- Weston EM, Friday AE, Lio` P (2007) Biometric evidence that sexual selection has shaped the hominin face. PLoS ONE 2: e710.
- Weston, E. M., Friday, A. E., Johnstone, R. A. & Schrenk, F. (2004). Wide faces or large canines? The attractive versus the aggressive primate. *Proc. R. Soc. B* 271, S416–S419.
- Whitehouse, A. J., Gilani, S. Z., Shafait, F., Mian, A., Tan, D. W., Maybery, M. T., ... & Eastwood, P. (2015). Prenatal testosterone exposure is related to sexually dimorphic facial morphology in adulthood. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1816), 20151351.
- Windhager, S., Schaefer, K., & Fink, B. (2011). Geometric morphometrics of male facial shape in relation to physical strength and perceived attractiveness, dominance, and masculinity. *American Journal of Human Biology*, 23(6), 805–814.
- Zachos, J. C., Röhl, U., Schellenberg, S. A., Sluijs, A., Hodell, D. A., Kelly, D. C., ... & Kroon, D. (2005). Rapid acidification of the ocean during the Paleocene-Eocene thermal maximum. *Science*, 308(5728), 1611-1615.
- Zahn, M. A., Brumbaugh, S., Steffensmeier, D., Feld, B. C., Morash, M., Chesney-Lind, M., ... & Kruttschnitt, C. (2008). *Violence by teenage girls: Trends and context*. Washington, DC: US Department of Justice, Office of Justice Programs, Office of Juvenile Justice and Delinquency Prevention, 6-7.
- Zhang J., & Reid S. A. (2017). Aggression in young men high in threat potential increases after hearing low-pitched male voices: two tests of the retaliation-cost model. *Evolution and Human Behavior*, 38 (4), 513–521.

Zhang J., Chen B.B., Hodges-Simeon C.R., Reid S.A., Albert G.*, & Gaulin S.J.C. (2020).

Elevated recognition accuracy for low-pitched male voices in men with higher threat potential: Further evidence for the retaliation-cost model in humans. *Evolution and Human Behavior*.

Zhang J., Hodges-Simeon C.R., Reid S.A., & Gaulin S.J.C. (2020). Pitch-lowering enhances

men's perceived aggressive intent independent of fighting ability. *Evolution and Human Behavior*.

Zilioli, S., Sell, A. N., Stirrat, M., Jagore, J., Vickerman, W., & Watson, N. V. (2015). Face of

a fighter: Bizygomatic width as a cue of formidability. *Aggressive Behavior*, 41(4), 322-330.