



UPPSALA
UNIVERSITET

Luktsinnets påverkan på människans val av partner

Aleksander Milenkovic

Independent Project in Biology

Självständigt arbete i biologi, 15 hp, höstterminen 2014

Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Sammandrag

Det har länge varit känt att luktsinnet är viktigt för lokalisering och val av partner hos många djurarter, däremot är man inte överens om hur stor påverkan lukt har i partnerval hos människan. Denna översiktsartikel har undersökt feromoners roll, människans förmåga att analysera luktsignaler samt vilken inverkan kön och sexuell läggning har på luktbaserat partnerval hos människan. Trots att man länge har studerat organet för detektion av feromoner (det vomeronasala organet), finns idag ingen konsensus om huruvida det existerar och är funktionellt som feromonregistrerande organ hos människan. Det finns däremot studier som tyder på att immunförsvaret har en betydande roll att spela i partnervalet. Kvinnor tenderar att föredra män med en annorlunda sammansättning av histokompatibilitetskomplex än de själva och studier tyder på att valet görs med hjälp av lukt. Det har även demonstrerats att hormonliknande molekyler detekteras i andra delar av hjärnan än de som registrerar lukt och att denna registrering sker på olika sätt baserat på kön och sexuell läggning. Trots att mekanismerna fortfarande är dåligt förstådda tyder dagens forskning på att människan använder sig av sitt luktsinne i sitt val av partner.

Inledning

Lukt är något extremt viktigt för att överleva och lyckas som organism och allt ifrån bakterier till däggdjur använder sig av sin förmåga att uppfatta substanser i sin omgivning för att bland annat upptäcka faror och hitta föda (Firestein 2001). Det har länge varit känt att en stor mängd arter använder sig av luftburna, eller på andra sätt överförda, molekyler som står för kommunikation mellan individer (Gildersleeve *et al.* 2012). Exempel på detta är den välstuderade jästsvampen som utsöndrar specifika peptider som orsakar en fortplantningsrespons (Trindelli *et al.* 1998) och silkesfjärilshonor där signalsubstansen bombykol skickas ut för att visa sexuell tillgänglighet (Reece *et al.* 2011).

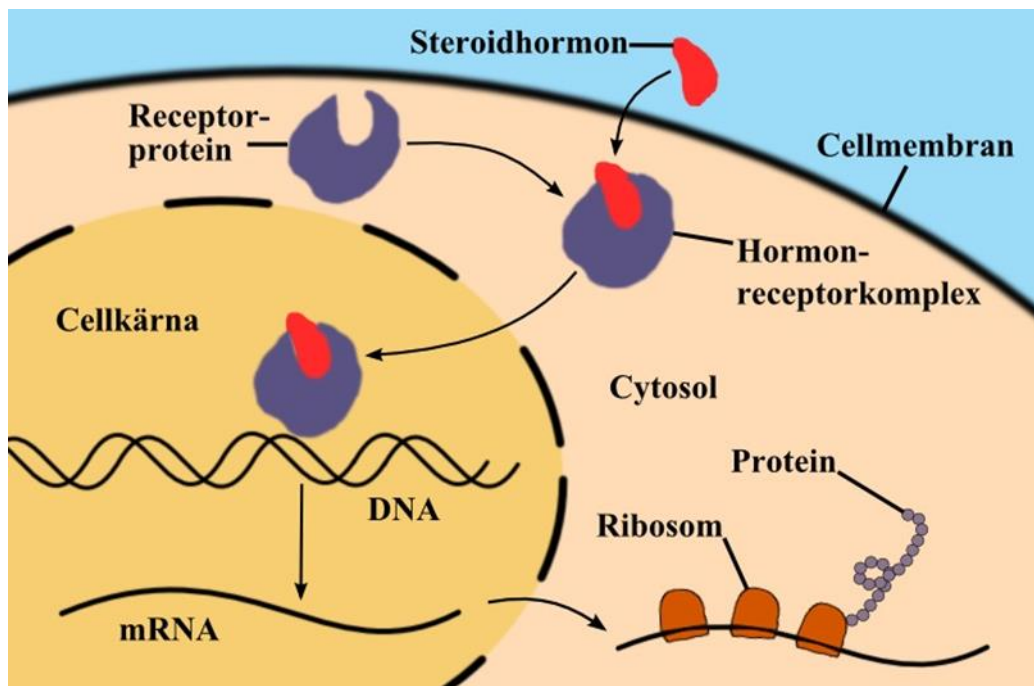
Luktsinnet hos djur brukar delas upp i två anatomiskt och funktionellt distinkt skilda delar där det huvudsakliga luktsinnet upptäcker molekyler som vi blir medvetna om (till exempel doften från en blomma) medan det accessoriska luktsinnet hanterar lukter som inte registreras medvetet hos människan (till exempel ett feromon) (Castellucci 1985, Halpern 1987). En prominent del av det accessoriska luktsinnet hos många landlevande vertebrater verkar vara det vomeronasala organet (VNO) som har till uppgift att upptäcka luftburna molekyler som sedan orsakar en fysisk respons (Boehm & Gasser 1993). Man kan även klassificera djur i tre grupper baserat på deras luktsinne. Anosmatiska djur saknar helt luktlob och sinnesepitel, microsomatiska djur har små luktkomponenter och makrosomatiska djur har stora luktkomponenter i jämförelse med hjärnans storlek (Castellucci 1985, Halpern 1987). Primater och då speciellt gamla världens apor och människan brukar ges som typiska exempel på microsomatiska djur (Castellucci 1985, Halpern 1987).

Många forskare tror att det accessoriska systemet har tillbakautvecklats hos människan då vi inte längre har lika stor nytta av det (Stensaas *et al.* 1991). Denna uppfattning har gjort att man ofta förbisettt luktsinnet som en potentiell faktor i partnerval hos människor (Gildersleeve *et al.* 2012). Det finns däremot bevis som talar för att människan använder sig av sitt luktsinne i partnerval då man har observerat att kvinnor föredrar män med en genotyp av histokompatibilitetskomplex olik deras egna och att detta fenomen är kopplat till lukt (Wedekind *et al.* 1995). Det finns även studier som visar att kön och sexuell läggning påverkar en människas uppfattning av hormonliknande molekyler (Savic & Lindström 2008).

För att reda ut om människans luktsinne spelar en roll i hennes val av partner kommer denna uppsats undersöka följande frågor närmare. Vilka bevis finns för och emot att VNO existerar och är funktionell hos människan? Använder sig människan av lukt för att välja en partner baserat på sammansättning av histokompatibilitetskomplex och i sådana fall varför? Slutligen undersöks hur kön och sexuell läggning påverkar uppfattningen av luktstimuli och vad det skulle innebära för synen på människans användning av luktsinne i val av partner.

Hormoner och feromoner som signalsystem

I kroppen används hormoner som signalmolekyler vilka vanligtvis transporteras i blodomloppet men de kan också verka lokalt i cellen där de tillverkas, samt i närliggande celler och vävnader. Samtliga kemiska budbärare som binder till receptorer hos målceller med hög affinitet hos en individ brukar idag benämnas hormon (Silver & Kriegsfeld 2001). Hormoner brukar traditionellt delas in i fettlösliga steroider som kan passera cellmembran och verka på receptorer i cellkärnan eller cytosolen, vattenlösliga polypeptider som inte kan passera membran utan verkar på receptorer i cellkärnan, samt aminer (till exempel noradrenalin) som kan fungera som både fett- och vattenlösliga hormoner (Reece *et al.* 2011). Hormon och receptor bildar vid bindningen ett komplex som kan aktivera olika gener genom att starta transkription och på så sätt reglera tillväxt, metabolism, reproduktion och beteende (Figur 1; Reece *et al.* 2011).



Figur 1. Ett fettlösligt steroidhormon passerar cellmembranet för att sedan binda till ett receptorprotein och skapa ett komplex som går in i cellkärnan. Där påverkas genuttrycket av komplexet, en transkription startas och på så sätt syntetiseras det önskade proteinet (figuren är omritad efter Reece *et al.* 2011).

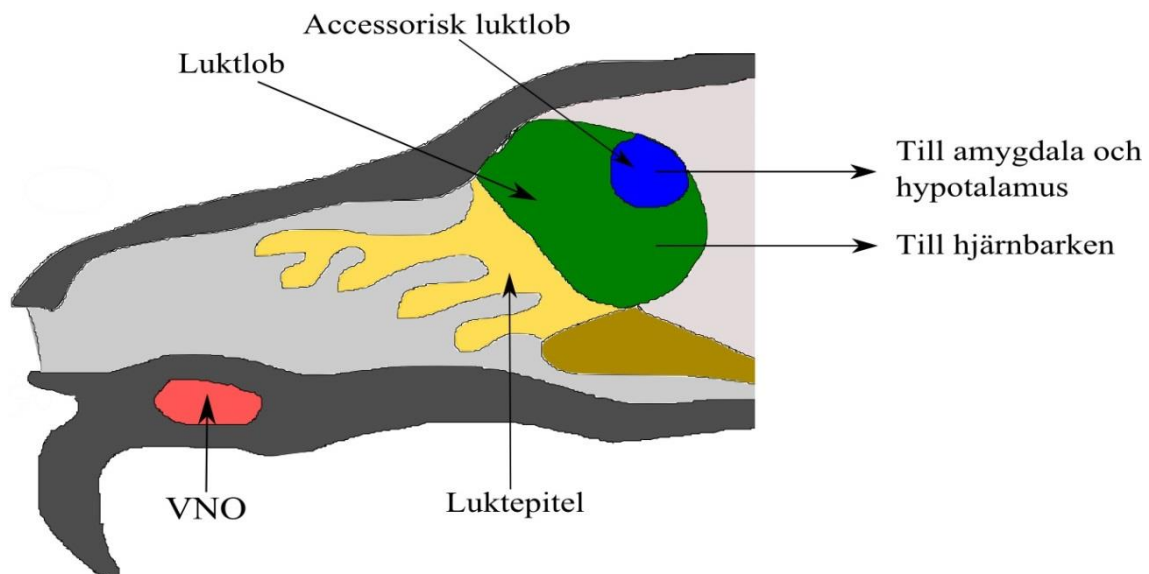
Hormoner som tillverkas av äggstockar, testiklar och binjuror är alla fettlösliga (steroider) och brukar benämnas könshormoner. Samtliga av dessa organ producerar östrogen, progesteron och testosteron. Mängden skiljer sig mellan individer och är beroende av kön, där östrogen och progesteron produceras i större mängd hos kvinnor och testosteron i större mängd hos män (Purves *et al.* 2012).

Kemiska signalämnen verkar inte bara inom individen utan kan även släppas ut i omgivningen för att verka på andra individer och brukar då istället benämnas feromon (Reece *et al.* 2011).

Feromonsignalering används flitigt i djurvärlden som ett sorts kemiskt språk som oftast sker mellan individer inom samma art. Där kan feromonerna styra speciella reaktioner och sociala beteenden såsom varning för rovdjur eller som ett sätt att visa sexuell status och parningstillgänglighet (Trindelli *et al.* 1998, Gildersleeve *et al.* 2012).

Skilda luktsinnen

För att signalämnen ska kunna påverka en annan individ krävs det inte bara att ämnena skickas ut utan även att de ska kunna upptäckas. Luktsinnet hos de flesta däggdjur och reptiler kan delas upp i två anatomiskt och funktionellt skilda delar (Figur 2; Trindelli *et al.* 1998). Till det huvudsakliga luktsinnet hör det huvudsakliga luktepitelet som är lokaliserat i näshålan och som har till uppgift att upptäcka vanliga doftmolekyler. Signaler som startas av doftmolekylerna skickas via luktloben till den piriforma kortexen (den olfaktoriska delen av hjärnbarken) som behandlar signalerna och gör individen medveten om doften. Det accessoriska luktsinnet behandlar feromoner som upptäcks av VNO som skickar signaler via den accessoriska luktloben till amygdalan och hypotalamus där feromonerna orsakar fysiska reaktioner.



Figur 2. Schematisk bild av luktsinnet hos en gnagare där luktepitelet och luktloben skickar signaler till hjärnbarken och hör till det huvudsakliga luktsinnet medan VNO och den accessoriska luktloben skickar till amygdalan och hypotalamus och hör till det accessoriska luktsinnet (figuren är omritad efter Trindelli *et al.* 1998).

Vomeronasalorganet

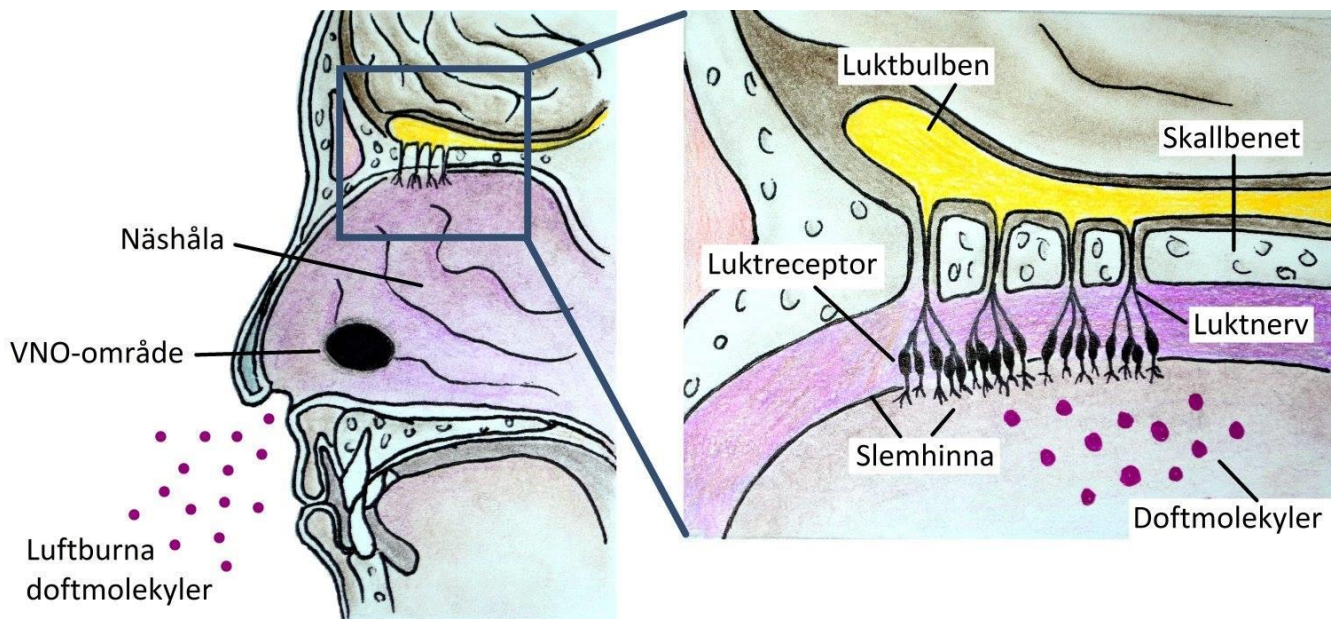
Vomeronasalorganet (VNO), även kallat Jacobsons organ, är en kemoreceptiv struktur som är lokaliserad vid den basala nässkiljeväggen (Figur 2; Trindelli *et al.* 1998) hos många landlevande vertebrater och är specialiserad på att uppfatta feromoner som bär information om bland annat kön, dominans och reproduktiv status (Boehm & Gasser 1993). Hos de flesta djurgrupper som använder sig av feromoner uppfattas dessa av VNO som skickar signaler till hypotalamus via den accessoriska luktnerven. Då människans saknar en tydlig accessorisk luktnerv har funktionen och relevansen av vårt VNO länge diskuterats (Boehm & Gasser 1993). Trots att vi inte verkar ha någon uppenbar koppling mellan organet och hjärnan finns det ett flertal studier som tyder på att människans fysiologi kan påverkas av feromoner. Ett exempel visades av Cowley och Brooksbank (1991) då de publicerade en studie som hävdar att sekret från armhålor som andas in nasalt ändrar menstruationscykeln hos kvinnor. Även

Monti-Block och Grosser (1991) observerade att VNO och inte luktepitelet, som man tidigare trott, verkar fungera som modulator mellan feromoner och fysiologi.

Vomeronasalorganets förekomst och funktion hos människor

Det är väl känt att vomeronasalorganet utvecklas i ett tidigt fosterstadium hos en stor mängd djur som en separat och anatomiskt distinkt del av luktsystemet (Figur 3; Purves *et al.* 2012) (Estes 1972, Halpern 1987, Wysocki 1978). Hos mänskliga embryon kan man se en VNO-skåra runt dag 37 (Bossy 1986) men denna troddes försvinna eller förändras till en rudimentär struktur under fostrets utveckling (Wysocki 1979). Senare studier tyder dock på att förekomst av VNO hos vuxna människor är mycket vanligare än vad man tidigare har trott (Johnson 1985, Moran 1991, Stensaas 1991).

Embryologiska studier gjorda på människor och andra däggdjur tyder på att alla har ett välutvecklat VNO vilket skulle innebära att denna del är en väldefinierad och prominent del av luktsinnet (Humphrey 1940, Bossy 1980, Oelschlager *et al.* 1987, Mendosa & Szabo 1988). Å andra sidan finns det studier av det centrala nervsystemets komponenter i VNO vars resultat visar på att det inte finns receptorer eller en koppling till hjärnan hos vuxna människor vilket skulle innebära att organet inte är funktionellt (Figur 3; Purves *et al.* 2012) (Keibel *et al.* 1910, McCotter 1912, Johnson *et al.* 1985). Då dessa studier bara använt sig av enklare tekniker såsom ljusmikroskopi ansåg Stensaas *et al.* (1991) att undersökningarna som har gjorts inte räcker för att varken bevisa eller motbevisa förekomsten av nervändar eller receptorceller, vilket om närvarande skulle stärka teorin om att detta organ är funktionellt.



Figur 3. Människans näshåla och huvudsakliga luktsinne. Luftburna doftmolekyler färdas in i näshålan där de binder till luktreceptorer som finns i den fuktiga slemhinnan. Detta gör att en nervsignal skickas via luktbulben till hjärnans luktcentra. Även det område där man har hittat VNO är utmarkerat. Hos vuxna människor har man inte funnit någon tydlig koppling från VNO till hjärnan (figuren är omritad av Stina Hällholm, efter Purves *et al.* 2012).

Hos de lägre vertebraterna har man upptäckt att det är mikrovillära celler som är de dominanta receptorcelltyperna och därför också förmodas vara sensorn för feromonstimuli (Halpern 1987, Moran *et al.* 1982a, Moran *et al.* 1982b, Menco *et al.* 1985). Stensaas *et al.* (1991) gjorde en studie där de en gång för alla försökte klara upp om människans VNO har receptorceller och nervändar, vilket skulle innebära att detta organ kan vara funktionellt hos

människan. Stensas lokaliserade VNO hos 410 plastikkirurgipatienter med hjälp av nasalt spekulum. Därtill undersöktes även 108 snitt från mänskliga foster med elektronmikroskopi för att fastställa närvaron av ett VNO. Man kom fram till att 380 av de 410 patienterna och samtliga 108 snitt hade ett VNO, man trodde även att de övriga 30 hade ett VNO men att dessa var svåra att lokalisera på grund av patologiska tillstånd som påverkade den respiratoriska slemhinnan. Forskarna upptäckte även att organet hade karakteristiska samlingar av nervganglioner som var sammankopplade med hjärnan samt mängder av mikrovillära celler (upp till 70 % av totala antalet celler). Wedekind insåg att en vaskulär hinna som omger organet, men inte finns i den respiratoriska slemhinnan runt VNO, innehöll en stor mängd av vad som förmodades vara omyelinerade axoner. Myelinerade axoner observerades sällan i närheten av organet. Detta tyder på att axoner som associeras till VNO inte organiserar sig fasikulärt förrän de ansluter till en större samling av nerver, till exempel de stora nervknippen som ligger i närheten av den bakre delen av VNO. Organet mättes upp till ungefär 1 cm, en avsevärd storlek med tanke på övriga delar av luktsinnet, vilket gick emot det man tidigare trott.

Då människans luktreceptorceller kan detekteras immunohistokemiskt av neuromarkörer eller neurofilament (Yamagashi 1989) gjorde Takami *et al.* (1993) en studie där de använde sig av tre markörer i det vomeronasala epitelet (VNE) hos vuxna människor. Neuronspecifikt enolase (NSE) och proteingenprodukt (PGP) 9.5 användes för att upptäcka neuroendokrina celler samt neuroner och ett olfaktoriskt markeringsprotein (OMP) användes för att påvisa närvaro av olfaktoriska receptorneuroner (ORN). I det huvudsakliga luktepitelet hos en jämnårig kontrollgrupp hittade man ORN som reagerade på alla tre markörer. När man sedan testade markörerna på VNE visade det sig att det även där fanns reaktiva celler för NSE och PGP 9.5. NSE cellerna i VNE hade en bipolär form som liknade ORN och som reagerade på NSE- och PGP 9.5 i det huvudsakliga luktepitelet. Resultaten visade alltså att det finns celler i VNE som kan reagera på två luktmarkörer som är karaktäristiska för neuronerna i det huvudsakliga luktepitelet, samt att VNE-cellernas morfologi liknade cellerna i det huvudsakliga luktepitelet (Takami *et al.* 1993). Trots att det tidigare släppts flera studier som beskriver VNO cellulärt och på en strukturell nivå (Stensaas *et al.* 1991) så är detta första studien som använder sig av antikroppar, specifika för neuroner, för att testa de immunhistokemiska egenskaperna hos VNO hos vuxna människor. Då NSE markerar neuroner och vissa neuroendokrina celler innebär det att de celler som reagerade på NSE i VNEt på vuxna människor borde vara just neuroner eller neuroendokrina celler och därför väldigt lika de ORN som finns i det vanliga luktepitelet (Takami *et al.* 1993).

Även Boehm och Gasser släppte 1993 en artikel där de hade följt VNOs embryoutveckling med fokus på om celler som dessa markörer reagerar på förekommer eller inte. Studien gjordes på tio foster med en ålder på mellan 12:e och 36:e veckor. Man kom fram till att ett VNO fanns i samtliga försöksobjekt och även att de sex yngsta hade NSE positiva celler, vilket däremot inte syntes i det äldsta fostret. Detta kan tyda på att VNO finns och inte tillbakabildas under den senare embryoutvecklingen och därför även vara kvar hos den vuxna människan, men i vissa fall kan tappa sin funktion i och med att receptorceller försvinner.

Besli *et al.* (2004) försökte i en studie reda ut hur ofta och var man påträffar VNO i människor. I denna studie letade man efter VNO genom att undersöka 346 patienter i olika åldrar (202 kvinnor och 144 män) samt 21 lik med hjälp av främre rinoskopi och 30° endoskopi. Man tog även biopsier från tio patienter som undersöktes i mikroskåp då man försökte lokalisera sinnesreceptorceller. Förekomsten av ett VNO, i varierande former och storlekar (se tabell 1 i Besli *et al.* (2004) för mer information), påvisades hos 112 patienter

och åtta lik (32 respektive 38 procent) men inga nerver eller kemoreceptorceller sågs. Tidigare studier påvisar att VNO observerades i ett stort spann från 28–100% av samtliga undersökta individer vilket förmodligen beror på att VNO hos människor är en dåligt definierad struktur och att andra strukturer lätt kan misstas för VNO (Johnson *et al.* 1985, Zbar *et al.* 2000). Med tanke på variande form och bristen på nervvävnad menar Besli *et al.* (2004) att de resultat de observerade inte räcker till att påvisa en signifikant förekomst och funktionalitet i VNO hos människan.

Histokompatibilitetskomplex

Histokompatibilitetskomplexet, även känt som MHC (Major Histocompatibility Complex), är en stor kromosomal region innehållande många förenade polymorfa gener som spelar en central roll i immunförsvarets igenkänning av det som hör till kroppen och det som kommer utifrån. Dess genetiska variation verkar vara dess mest utmärkande kännetecken och de proteiner som transkriberas från histokompatibilitetskomplexet spelar en stor roll i immunförsvaret då de binder till antigener som sedan kan upptäckas av kroppens T-celler som då kan bekämpa infektionen. Igenkänningen börjar antingen med en infektion eller att antigener innesluts av en värdcell. Väl inne i cellen kommer enzymer dela upp antigenerna till fragment som sedan binder till en MHC-molekyl. MHC molekylen rör sig då till cellens yta där den kan bli upptäckt av en T-cell vars receptorer binder till antigenen som, beroende på typ av värdcell, leder till värdcellens terminering, eller att immunförsvaret ökar sin respons mot det specifika fragmentet (Reece *et al.* 2009).

MHC och partnerpreferens

Ända sen Yamazaki *et al.* (1976) publicerade sin inflytelserika artikel har forskarvärlden uppmärksammat influensen som MHC verkar ha när det gäller preferens av partner. Yamazaki och hans kollegor observerade att husmöss (*Mus musculus domesticus*) med hjälp av lukt omedvetet valde en partner med en MHC sammansättning olik sin egen. Då möss lever i små populationer menade Yamazaki *et al.* att denna effekt har utvecklats som ett sätt att undvika inavel eftersom MHC även kan ses som en markör för graden av släktskap. Närbesläktade individer har en liknande MHC sammansättning och borde då undvikas i parningssammanhang. En annan teori är att patogener länge har selekterat fram de som väljer partner med ett olikt MHC då detta ger fördelar för immunförsvaret. Wedekind *et al.* diskuterar i sin artikel från 1995 vikten av sexuell reproduktion när det gäller att kunna anpassa sig till en miljö som snabbt förändras och som exempel tas samevolution med parasiter upp. Människor, å andra sidan, har länge haft andra mekanismer såsom kulturella tabuer mot inavel. Trots detta kan människor skilja mellan dofter från olika stammar av möss som endast skiljer sig i MHC-sammansättning (Gilbert *et al.* 1986) och det har visat sig att möss, som doftar på mänskligt urin, kan skilja på människors MHC-typer (Fertsl *et al.* 1992).

Efter att artikeln från Yamazaki *et al.* (1976) publicerades har det gjorts ett stort antal studier som tyder på att sammansättningen av MHC ger upphov till en personlig doft som används för igenkänning och val av partner hos en mängd arter av gnagare (Yamazaki *et al.* 1978, Beachamp *et al.* 1988, Eklund 1997, Penn & Potts 1998), fisk (Olsen 1998, Landry *et al.* 2001, Milinski 2003), fåglar (Freeman-Gallant *et al.* 2003), vissa ödlor (Olsson *et al.* 2003) och även människor (Wedekind *et al.* 1995, Ober *et al.* 1997, Jacob *et al.* 2002). Brown (1979) släppte en studie där han tar upp de individuella lukterna hos däggdjur och beskriver dem som olfaktoriska fingeravtryck, då de verkar möjliggöra detaljerad identifiering både mellan arter och också individer av samma art. Brown (1979) menar att däggdjur använder sig av kroppslukt för att förmedla en stor mängd information såsom kön, art, ålder, koloni eller familjsamhörighet, reproduktiv status, social status, stress och individuell identitet med mera.

Denna tanke styrks av andra studier som till exempel visar att MHC gener spelar roll i igenkänning av familj hos möss (Manning *et al.* 1992) och dessa gener har också kopplats till evolutionen av släktskapsselektion (Lewis 1998).

Kopplingen mellan MHC och partnerpreferens hos människor

En av de första av dessa studier när det gäller människor gjordes av Wedekind *et al.* (1995). Den visade att kvinnor verkar föredra kroppslukten från individer med en annorlunda HLA-genotyp (HLA står för "Human Leukocyte Antigen" och är människans histokompatibilitetsantigen) än deras egna. De visade även att MHC påverkar ens kroppslukt och ens luktpreferens samt att kvinnors preferens beror på deras hormonella status.

Studien av Wedekind *et al.* (1995) utfördes genom att typbestämna MHC-sammansättningen på 49 kvinnor och 44 män där medelåldern låg på c:a 25 år. Samtliga personer var studenter vid Universitetet i Bern och för att undvika att de skulle känna varandra, och kanske redan utvecklat någon form av känslor, togs gruppen män och kvinnor från olika kurser. Man var noggrann med att fråga alla kvinnor om de tog p-piller, som fysiologiskt simulerar en graviditet, då man misstänkte att detta skulle påverka utfallet av experimentet. Männerna fick sedan ha på sig en T-shirt under två konsekutiva kvällar och bads hålla sig undan från en mängd aktiviteter och platser som kan orsaka starka dofter. Efter detta fick kvinnorna lukta på sex T-shirts, där tre var från män med en liknande MHC-sammansättning som kvinnorna hade och tre T-shirts från män med en olik MHC-sammansättning, och bedöma doften efter intensitet (0-10), behaglighet och sexighet (0-10, 5 = neutral). Om möjligt utfördes dofttesten under den andra veckan efter påbörjad menstruation, då det verkar som att kvinnors luktsinne är som känsligast under denna period (Doty *et al.* 1981). Varje kvinna fick bedöma sex män och varje man blev bedömd av åtminstone två kvinnor, en med ett likt och en med ett olik MHC. Wedekind *et al.* (1995) tog inte med deras data för sexighet då de var korrelerade med behaglighet (alla värden: $n = 294$, $r = 0.85$; för kvinnor som tar p-piller: $n = 108$, $r = 0.83$ och för kvinnor som inte tar p-piller: $n = 186$, $r = 0.87$; $p < 0.001$). Det visade sig att de rankade män med en MHC sammansättning som skiljde sig från deras som mer behaglig än den hos män med liknande MHC som de själva. Kvinnorna nämnde också att de behagliga dofterna påminde dem om deras nuvarande och tidigare partner. Författarna diskuterade att kvinnornas hormonbalans påverkar deras preferens då kvinnor som gick på p-piller valde en partner som hade en MHC-genotyp lik den de själva hade, vilket gick i rak motsägelse mot deras andra resultat. Wedekind lade fram en teori om att detta skulle bero på att gravida kvinnor, eller kvinnor med en simulerad graviditet på grund av p-piller, ställer om sin preferens till luktstimuli från en MHC sammansättning lik deras egna. Att man inte fokuserar på att hitta en bra partner och istället finner släktingars doft mer behaglig är något som går att observera i djurriket. Wedekind diskuterar att detta skulle vara en fördel under graviditet då släktingar kan agera som beskyddare och ge både avkomma och hona en större chans att klara sig.

Penn och Potts (1999) granskade studier som undersökte hur preferens av partner berodde på MHC och kom fram till två viktiga skäl till varför detta fenomen skulle vara fördelaktigt. Parningar mellan individer med ett olik MHC leder till MHC-heterozygot avkomma som får ett förstärkt immunförsvar och på så sätt blir mer resistent mot patogener. Genom att para sig med en individ som har ett olik MHC minskas risken även för inavel avsevärt. Denna teori stöds även av Milinski och Wedekind (2001) som kom fram till en liknande slutsats.

MHC-sammansättningens påverkan på kroppslukt

Många teorier har lagts fram för att förklara hur en individs MHC sammansättning påverkar kroppslukt men hittills är ingen bevisad (Penn & Potts 1998). Ett stort antal av HLA-gener är

relaterade till immunsystemet men många andra HLA-, eller HLA-länkade gener har inte denna koppling (Santos *et al.* 2005). Ett exempel är vissa gener hos människan som är luktreceptorlika och förmodas koppla till HLA (Fan *et al.* 1996, Eklund *et al.* 2000, Ziegler *et al.* 2000). Ziegler *et al.* (2000) såg mer än trettio luktreptorgener i HLA och Eklund *et al.* (2000) menar att dessa HLA-länkade luktreptorgener skulle kunna tillhandahålla ett sätt att upptäcka HLA-specifika lukter.

Santos *et al.* (2005) testade om HLA-A- och HLA-B-specificitet går att korrelera med en individs uppfattning av en specifik kroppslukt eller inte. I deras studie deltog 29 heterosexuella män och lika många heterosexuella kvinnor mellan åldrarna 18 och 27 år. Samtliga deltagare fick sitt HLA-A och HLA-B bestämt och skulle sedan bedöma lukten från svett- samt urinprov från deltagarna av det motsatta könet i tre kategorier: tilltalande, likgiltigt eller icke tilltalande (för mer information gällande metoderna i deras försök, se Santos *et al.* 2005). Författarna kom fram till att det blev svårare att bestämma om kroppslukten från svettprov är tilltalande eller icke tilltalande ju mer likheterna i HLA klass I ökade. Wedekind *et al.* (1995) och Wedekind och Furi (1997) observerade, däremot, att kroppslukter verkar uppfattas som mindre behagliga ju fler likheter i HLA man hade.

Män och luktstimuli kopplat till partnerval

Det finns idag ingen konsensus om huruvida män uppfattar de luktstimuli som är kopplat till partnerval hos kvinnor. Arbeten av Herz och Inzlich (2002), Koelega och Köster (2002) och Santos *et al.* (2005) visade att män är mindre känsliga för luktstimuli än kvinnor samtidigt som Wedekind *et al.* (1995) och Wedekind och Furi (1997) konstaterade att män hade reaktioner då de utsattes för lukter kopplade till partnerval. Santos *et al.* (2005) menar att skillnaderna kan grunda sig i hur experimenten var upplagda då det verkar finnas många variabler, till exempel om man endast undersöker HLA klass I eller även klass II och i vilken del av sin menstruationscykel kvinnorna som deltar i experimentet var i, som kan påverka resultaten. Wedekind och Furi (1997) menar att luktpreferens hos människan verkar vara beroende på en stor mängd variabler såsom hormonell status, personens historia och psykologiska kontext.

Optimal mellanliggande grad av MHC-sammansättning

Trots att många studier är överens om de möjliga fördelarna med att maximera MHC-heterozygositet har det på senare tid diskuterats om det kan finnas en optimal mellanliggande grad av MHC-heterozygositet som skulle ge en högre fitness än den maximala heterozygositeten (Santos *et al.* 2005). Ett exempel på detta demonstrerades av Milinski *et al.* (2003) som studerade storspigg och visade att avkomma med en mellanliggande mängd av olika MHC alleler hade högre fitness än både starkt heterozygota och starkt homozygota individer. Jacob *et al.* (2002) kom fram till en liknande slutsats i sin studie på människor där de konstaterade att kvinnor verkar föredra lukten av män som till viss del liknade deras egen sammansättning av HLA, istället för lukten från dem som bar på alleler som var för lika eller olika deras egna.

Luktpreferensens beroende av kön och sexualitet

Inom neurobiologi och etologi finns det få ämnen som är så kontroversiella som sexuellt beteende, eller mer specifikt sexuell läggning. Savic och Lindström (2008) har diskuterat att hjärnans respons till lukter verkar skilja sig mellan homo- och heterosexuella män och kvinnor. Det finns en stor mängd studier som visar att uppfattningen av feromona substanser hos djur utgör en stor del av det sexuella urvalet, att de tolkas i den främre delen av hypothalamus och att detta område skiljer sig mellan honor och hanar. Genom att inducera en

skada i detta område har man visat att sexuella preferenser kan ändras och att försöksdjuren kan börja uppvisa ett förvirrat beteende när det gäller parning (Paredes & Baum 1995).

Luktpreferensens beroende av kön och sexualitet hos människor

Den östrogenliknande steroiden estra-1,3,5(10),16-tetraen-3-ol (EST) och den testosteronliknande molekylerna 4,16-androstadien-3-ett (AND) är föreningar som kan fungera på ett feromonliknande sätt. Spår av EST har påvisats i kvinnligt urin och AND går att finna i större mängder framförallt i svett hos män. Ämnen som härstammar från sexuella steroider såsom AND och även EST har tidigare visats kunna ge effekter på det autonoma nervsystemet, humör och sexuell upphetsning som, intressant nog, skiljer sig mellan män och kvinnor. Studier gjorda av Savic *et al.* (2001), där hjärnans aktivitet kartlades under förhållanden där kvinnor och män fick lukta på dessa substanser, visade att AND och EST aktiverade regioner i hypotalamus som inte har med det huvudsakliga luktsinnet att göra, samt att denna aktivering skiljde sig beroende på kön och substans. Detta antyder att detektion av molekyler i våra luktorgan inte alltid är till för att medvetet uppfatta lukter. Studien visade bland annat att när heterosexuella kvinnor (HeK) fick lukta på AND aktiverades den främre delen av hypotalamus medan EST aktiverade de vanliga luktcentra i hjärnan. Hos heterosexuella män (HeM) observerade det motsatta då det var EST som aktiverade den främre delen av hypotalamus. AND verkade däremot endast orsaka en nära signifikant aktivering av hjärnans luktcentra ($p < 0,5$). Vidare finns det andra studier som stödjer uppfattningen att feromonliknande luktmolekyler kan aktivera andra delar av hjärnan än de uppenbara luktcentra (Milinski *et al.* 2013) och därmed påverka en individs beteende.

Homosexuella män

Savic *et al.* (2004) testade om aktiveringsmönstret som startas när man utsätts för AND och EST kunde kopplas till sexuell preferens och inte bara till kön. Man gjorde en magnetrontgenstudie (MRI) av tolv homosexuella män (HoM) och lika många heterosexuella män respektive heterosexuella kvinnor där de utsattes för AND, EST, en kontroll av vanliga lukter (bestående av lavendelolja, cederträolja, eugenol och butanol och förkortat OO) och en kontroll av luft. Frågorna man ville besvara var om hypotalamus aktiverades av EST, AND eller båda hos HoM, om aktiveringsmönstret liknar det hos HeM och HeK eller om det innefattar andra regioner, samt om reaktioner bara sker då försökspersonerna utsätts för de feromonliknande substanserna eller om det även sker för OO. Samtliga personer var friska, kunde uppfatta AND och EST och ansågs normala i MRI.

När HoM luktade på AND ökade blodflödet i den främre delen av hypotalamus (ventromedialt, $p = 0,03$), precis som hos HeK, men Savic och hennes kollegor observerade ingen ändring av blodflödet i detta område när de utsattes för EST ($p = 0,05$). Denna aktivering var signifikant i jämförelse med den i HeM ($p = 0,03$). EST orsakade en ökning i blodflöde hos HoM ($p = 0,0003$) men i en annan del av hypotalamus (dorsomedialt), ökningen var signifikant hos HoM och HeM i jämförelse med HeK ($p = 0,01$). Ingen annan skillnad mellan homo- och heterosexuella försöksobjekt observerades.

Analysen visade således att HoM verkade reagera på AND på ett mer liknande sätt som de HeK gjorde och mindre likt de HeM. HeK och HoM hade aktivering av den främre delen av hypotalamus när de utsattes för AND, medan samma område aktiverades av EST hos HeM. När HoM luktade på EST aktiverades även den vänstra delen av amygdala och den piriforma kortexten och samtliga grupper hade liknande reaktioner när de luktade på OO, där var reaktionerna också begränsade till den olfaktoriska hjärnan. Detta skulle föreslå att HoM inte reagerar på EST som en sexuell steroid utan som en vanlig luktmolekyl.

Homosexuella kvinnor

Savic *et al.* (2006) gjorde en liknande studie på tolv homosexuella kvinnor (HoK) för att se om de delade mönster i aktivering, då de luktade på AND och EST, med HeM. Till en början märkte man att HoW inte reagerade olika på AND och EST. I båda fall aktiverades amygdalan och den piriforma kortexen. I konsensus med tidigare studier observerades att AND hanterades av hypotalamus medan EST involverade de olfaktoriska regionerna hos HeK och vice versa hos HeM. Aktivering med OO visade i samtliga personer en aktivering av amygdalan och den piriforma kortexen. I kontrast till HeK behandlade HoK AND genom det olfaktoriska nätverket och inte hypotalamus. När de fick lukta på EST hade de, till en viss del, samma aktivering av hypotalamus som HeM ($p = 0.06$) och genom att sänka nivån av signifikans märkte man att aktiveringen i HoK började likna den hos HeM, medan skillnaden från HeK fortfarande observerades.

Författarnas slutsats var således att HoK skiljde sig från HeK då AND inte aktiverade samma del av hypotalamus. Efter att ha minskat det område som undersöktes till förbestämda regioner i hypotalamus observerades att HoK-respons på EST aktiverade områden som motsvarade de hos HeM men inte hos HeK. Man kom därför fram till att homosexuella kvinnors AND- och EST-respons mer liknar den hos heterosexuella män och inte den hos heterosexuella kvinnor.

Diskussion

Det verkar onekligen som att lukt har en betydande roll att spela då vi människor väljer partner. Föreställningen om att människors uppfattning av lukt och att dess inverkan på vår fysiologi och beteende är minimal i jämförelse med andra däggdjur börjar sakta men säkert försvinna. Det publiceras årligen ett stort antal studier som tyder på att människan använder sig av mer eller mindre undermedvetna signalsystem mellan individer, att detta påverkar beteende och i många fall sexuell drift och val av partner (Wedekind *et al.* 1995, Milinski & Wedekind 2001, Milinski *et al.* 2013).

Feromoner och VNOs funktion hos människan

Med tanke på de studier som utförts av Savic och hennes forskargrupp (2001) bedömer jag att det finns tydliga stöd för att molekyler som anses vara feromoner kan uppfattas av människor. Man har sett att dessa projiceras till områden i hjärnan som inte förknippas med lukt men om det sker genom VNO, det huvudsakliga luktepitelet eller något annat organ är fortfarande osäkert. Faktum är att frågan om frekvensen, funktionen och placeringen av VNO hos människan är väl debatterad men fortfarande dåligt förstådd (Besli *et al.* 2004). Att man, i de studier som granskar detta, observerade ett VNO i en stor del av de individer som undersöktes kan innebära att det är en universell struktur i mänskliga foster och den vuxna människans näshåla. Om det mänskliga VNO har funktionella kemoreceptoriska egenskaper måste det finnas receptordelar sammankopplade med hjärnan. Stensaas *et al.* (1991) observerade i en studie två typer av potentiella receptorer (mikrovillära celler och intraepiteliala axoner) och lade även märke till att omyelinerade axoner var vanliga i den underliggande bindväven i näshålan. Dessa skulle tillsammans kunna utgöra de väsentliga komponenterna till ett funktionellt kemoreceptorsystem vilket skulle innebära att VNO hos människan kan verka som feromondetektor trots sin relativt enkla morfologi. Tester som visar att det vomeronasala epitelet reagerar på luktmarkörer på liknande sätt som receptorerna i det vanliga luktepitelet stödjer även teorin om att VNO är ett funktionellt organ som spelar en viktig roll i feromon-inducerat reproduktivt beteende. Trots detta är forskarvärlden kluven. De flesta håller med om att VNO utvecklas som ett funktionellt organ i mänskliga embryon, då man har observerat väl

synliga vomeronasala nerver kopplade till hjärnan i människa foster (Stensaas *et al.* 1991). Men den huvudsakliga hypotesen är att detta är en evolutionär rest och att VNO tillbakabildas till en rudimentär struktur under senare utveckling (Besli *et al.* 2004). Det finns teorier om att detta har skett då människan utvecklade tal, ett annat effektivt sätt att kommunicera, och därför inte behöver förlita sig lika mycket på luktsinne, men bevis återstår fortfarande att se.

MHC-baserat partnerval

Utifrån de omfattande studier som gjorts kan man med stor säkerhet anta att människor, liksom andra djur, till en viss del baserar sitt val av partner på MHC-genotyp. Kvinnor nämnde att de dofter de fann behagliga, då de luktade på T-shirts från män med en MHC-sammansättning lik respektive olik deras egna, påminde om dofter från deras nuvarande och tidigare partner (Wedekind *et al.* 1995). Detta indikerar att luktstimuli spelar en större roll än vad man tidigare ansett.

Teorin om att man väljer en partner med ett så annorlunda MHC som möjligt är logiskt när man tänker på fördelen avkomman skulle få i sitt immunförsvar, vilket också verkar vara fallet i studien gjord av Wedekind *et al.* (1995). Att en kvinna då skulle välja en partner som har ett intermediärt MHC, vilket visas i studien av Santos *et al.* (2005), skulle då verka ologiskt. Om man däremot tänker MHC sammansättningen som ett mått på inavel och anpassning kan resultaten från Milinski *et al.* (2003) och Santos *et al.* (2005) verka mer logiska. I djurriket har kanske individer med en helt annan MHC genotyp anpassat sig till en annan miljö och en avkomma med en sådan skulle leda till ett försvar ett fler sjukdomar men sämre total fitness än avkomma med intermediär MHC sammansättning. Om detta är sant återstår att se.

Frågan om män kan uppfatta luktstimuli till samma grad som kvinnor är fortfarande debatterat (Wedekind *et al.* 1995, Wedekind & Furi 1997, Koelega & Köster 2002, Santos *et al.* 2005). Då däggdjurshonor i allmänhet lägger ner mer tid och energi på dräktighet och yngelvård av avkomma medan däggdjurshonar ofta söker sprida sina gener så mycket som möjligt verkar det inte orimligt att kvinnor diskriminerar i sitt val av partner mer än män, medan andra teorier lägger fram att skillnaden i resultat beror på experimentens upplägg (Santos *et al.* 2005).

Att kvinnor ändrade sin preferens för MHC-baserade luktstimuli till den rakt motsatta vid användning av p-piller är något som skulle kunna visa hur stor relevans lukt och hormonell status har i val av partner. Teorin om att den simulerade graviditeten orsakar en preferens för släkt, som kan agera skyddande, istället för att söka en ny partner är för närvarande den mest troliga (Wedekind *et al.* 1995). Det skulle vara väldigt intressant att utföra fördjupade studier på detta för att se i vilken utsträckning p-pilleranvändning kan påverka annars sociala aspekter av partnerval. Väljer kvinnor som går på p-piller "fel" partner? Finns det en tendens att kvinnor tycker mindre om lukten av sin partner under graviditet och skulle detta kunna leda till förhållandeproblem hos par som skaffar barn eller då kvinnorna slutar med p-piller (Anders Ödeen, muntligen)?

Skillnader i kön och sexuell läggning

Att luktstimuli hanteras av olika delar av hjärnan beroende på kön verkar, med hänsyn till studien av Savic *et al.* (2001), mycket troligt. Att reaktionerna på AND och EST i hjärnor hos HoM liknade de hos HeK och att reaktionerna i hjärnor hos HoK liknade de hos HeM (Savic *et al.* 2004, Savic *et al.* 2006) anser jag vara ett förstärkande argument för att lukt verkligen spelar en betydande roll i människors val av partner.

Slutord

Dagens forskning tyder på att människor, till en viss del, kan uppfatta luktstimuli som hos andra arter är kopplade till partnerval men frågan är till vilken grad detta påverkar oss. Självklart är lukt bara en del av de många anledningarna man kan ha för att välja en partner i människans samhälle idag. Det skulle kunna vara en av anledningarna till att vi fäster oss vid någon men personlighet, utseende och tillfällighet spelar förmodligen en större roll än lukt. Då detta fenomen fortfarande är dåligt förstått skulle det vara intressant att se framtida forskning som undersöker till vilken grad luktstimuli och hormonell status påverkar oss. Sådan forskning skulle kunna visa sig ge kommersiella fördelar i till exempel framställning av bättre parfymer och p-piller, för att inte tala om insikten i biologiska och sociala fenomen hos människan och våra nära släktingar bland primaterna. Att veta mer om luktsinnets påverkan i preferens hos partner hos andra djur skulle även kunna ge enorma fördelar i avel på djur i fångenskap.

Tack

Ett stort tack till Henrik Viberg och Anders Ödeen för värdefull handledning och givande kommentarer. Ett stort tack även till Malin Petterson, Daniel Goedkopp, Anna Mentor, Stina Hällholm och Martin Rippin för bra kommentarer, återkoppling och stöd. Ett sista tack till mina nära och kära för stöd och uppmuntran under skrivandets gång.

Referenser

- Besli R, Saylam C, Veral A, Karl B, Ozek C. 2004. The existence of the vomeronasal organ in human beings. *The Journal of Craniofacial Surgery* **15**: 730-735.
- Beauchamp GK, Yamazaki K, Bard J, Boyse EA. 1988. Prewaning experience in the control of mating preferences by genes in the major histocompatibility complex of the mouse. *Behaviour Genetics* **18**: 537-547.
- Boehm N, Gasser B. 1993. Sensory receptor-like cells in the human foetal vomeronasal organ. *Neuroreport* **4**: 867-870.
- Bossy J. 1980. Development of olfactory and related structures in stage human embryos. *Anatomy and Embryology* **161**: 225-236.
- Brown RE. 1979. Mammalian social odours. *Advances in the Study of Behavior* **10**: 103-109.
- Castellucci VF. 1985. The chemical senses: taste and smell. *Principles of Neural Science 2:a uppl*, ss. 409-425. McGraw-Hill, New York.
- Cowley JJ, Brooksbank BW. 1991. Human exposure to putative pheromones and changes in aspects of social behaviour. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology* **39**: 647-659.
- Eklund A. 1997. The effects of early experience on MHC-based mate preferences in two B10.W strains of mice (*Mus domesticus*). *Behavioral Ecology* **8**: 630-634.
- Eklund AC, Belchak MM, Lapidus K, Raha-Cowdhury R, Ober C. 2000. Polymorphisms in the HLA-linked olfactory receptors genes in the Hutterites. *Human Immunology* **61**: 711-717.
- Estes RD. 1972. The role of the vomeronasal organ in mammalian reproduction. *Mammalia* **36**: 315-341.

- Fan W, Cai W, Parimoo S, Lennon GG, Weissman SM (1996). Identification of seven new MHC class I region genes around the HLA-F locus. *Immunogenetics* **44**: 97-103.
- Fertsl R, Eggert F, Westphal E, Zavazava N, Müller-Ruchholtz W. 1992. MHC-related odors in humans. *Chemical signals in vertebrates* (red. R.L. Doty), ss. 205-211. Plenum, New York.
- Firestein S. 2001. How the olfactory system makes sense of scents. *Nature* **413**: 211-218.
- Gilbert AN, Yamazaki K, Beauchamp GK, Thomas L. 1986. Olfactory discrimination of mouse strains (*Mus musculus*) and major histocompatibility types by humans (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology* **100**: 262-265.
- Gildersleeve KA, Haselton MG, Larson CM, Pillsworth EG. 2012. Body odor attractiveness as a cue of impending ovulation in women: evidence from a study using hormone-confirmed ovulation. *Hormones and behavior* **61**: 157-166.
- Halpern M. 1987. The organization and function of the vomeronasal system. *The Annual Review of Neuroscience* **10**: 324-362.
- Hedrick PW. 1994. Evolutionary genetics of the major histocompatibility complex. *The American Naturalist* **143**: 945-964.
- Herz RS, Inzlicht M. 2002. Sex difference in response to physical social factors involved in human mate selection. The importance of smell for women. *Evolution and Human Behavior* **23**: 359-364.
- Humphrey T. 1940. The development of the olfactory and the accessory olfactory formations in human embryos and fetuses. *Journal of Comparative Neurology* **73**: 431-468.
- Jacob S, McClintock MK, Zelano B, Ober C. 2002. Paternally inherited HLA alleles are associated with women's choice of male odor. *Nature Genetics* **30**: 175-179.
- Johnson A, Josephson R, Hawke M. 1985. Clinical and histological evidence for the presence of the vomeronasal (Jacobson's) organ in adult humans. *Journal of Otolaryngology* **14**: 71-79.
- Keibel F, Mall FP. 1910. The development of the olfactory organ. *Manual of Human Embryology* **2**, ss. 188-218. J.B. Lippincott Company, Philadelphia & London.
- Koelega HS, Köster EP. 1974. Some experiments on sex differences in odor perception. *Annals of the New York Academy of Sciences* **237**: 234-246.
- Lewis K. 1998. Pathogen resistance as the origin of kin altruism. *Journal of Theoretical Biology* **193**: 359-363.
- Manning CJ, Wakeland EK, Potts WK. 1992. Communal nesting patterns in mice implicate MHC genes in kin recognition. *Nature* **360**: 581-583.
- McCotter RE. 1912. The connection of the vomeronasal nerves with the accessory olfactory bulb in the opossum and other mammals. *Anatomical Record* **6**: 299-318.
- Menco BP, Farbman AI. 1985. Genesis of cilia and microvilli of rat nasal epithelia during prenatal development. I. Olfactory epithelium, qualitative studies. *Journal of Cell Science* **78**: 283-310.
- Moran DT, Jafek BW, Rowley JC. 1991. The vomeronasal (Jacobson's) organ in man: ultrastructure and frequency of occurrence. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* **39**: 545-552.
- Moran DT, Jafek BW, Rowley JC. 1982a. The fine structures of olfactory mucosa in man. *Journal of Neurocytology* **11**: 721-746.

- Moran DT, Jafek BW, Rowley JC. 1982b. Electron microscopy of human olfactory epithelium reveals a new cell type: the microvilliar cell. *Brain Research* **253**: 39-46.
- Milinski M. 2003. The function of mate choice in sicklebacks: optimizing Mhc-genetics. *Journal of Fish Biology* **63**: 1-16.
- Milinski M, Croy I, Hummel T, Boehm T. 2013. Major histocompatibility complex peptide ligands as olfactory cues in human body odour assessment. *Proceedings of the Royal Society of London* **280**, doi 10.1098/rspb.2013.0381
- Milinski M, Wedekind C. 2001. Evidence for MHC-correlated perfume preferences in humans. *Behavioral Ecology* **12**: 140-149.
- Monti-Block TI, Grosser BI. 1991. Effect of putative pheromones on the electrical activity of the human vomeronasal organ and olfactory epithelium. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* **39**: 573-582.
- Ober C, Weikamp LR, Cox N, Dytch H, Kostyu D, Elias S. 1997. HLA and mate choice in humans. *American Journal of Human Genetics* **61**: 497-504.
- Oelschläger HA, Buhl EH, Dann JF. 1987. Development of the nervous terminals in mammals including toothed whales and humans. *Annals of the New York Academy of Sciences* **519**: 447-463.
- Paredes RG, Baum MJ. 1995. Altered sexual partner preference in male ferrets given excitotoxic lesions of the preoptic area/anterior hypothalamus. *The Journal of Neuroscience* **15**: 6619-6630.
- Penn D, Potts W. 1998. How do major histocompatibility genes influence odor and mating preferences? *Advances in Immunology* **69**: 411-435.
- Penn D, Potts W. 1999. The evolution of mating preferences and major histocompatibility complex genes. *The American Naturalist* **153**: 145-164.
- Reece JB, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV, Jackson RB. 2011. *Campbell biology 9: uppl, ss. 982-983, 1020-1024 och 1054-1056*. Pearson Education, San Fransisco.
- Santos PSC, Schinemann JA, Gabardo J, da Graca Bicalho M. 2005. New evidence that the MHC influences odor perception in humans: a study with 58 Southern Brazilian students. *Hormones and Behavior* **47**: 284-388.
- Savic I, Berglund H, Gulvas B, Roland P. 2001. Smelling of odorous sex hormone-like compounds causes sex-differentiated hypothalamic activations in humans. *Neuron* **31**: 661-668.
- Savic I, Lindström P. 2008. PET and MRI show differences in cerebral asymmetry and functional connectivity between homo- and heterosexual subjects. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **105**: 9403-9408.
- Savic I, Lindström P, Berglund H. 2004. Brain response to putative pheromones in homosexual men. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 7356-7361.
- Savic I, Lindström P, Berglund H. 2006. Brain response to putative pheromones in lesbian women. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **103**: 8269-8274.
- Silver R, Kriegsfeld LJ. 2001. Hormones and behaviour. *Encyclopedia of Life Sciences*: 1-10. doi 10.1038/npg.els.0000146.

- Snyder PJ, Huggins GR, Lowry LD. 1981. Endocrine, cardiovascular, and psychological correlates of olfactory sensitivity changes during the human menstrual cycle. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* **95**: 45-60.
- Steensas LJ, Lavker RM, Monti-Bloch L, Grosser BI, Berliner I. 1991. Ultrastructure of the human vomeronasal organ. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* **39**: 553-560.
- Szabó K, Mendosa AS. 1988. Developmental studies on the rat vomeronasal organ: II electron microscopy. *Developmental Brain Research* **39**: 259-268.
- Takami S, Getchell ML, Chen Y, Monti-Bloch L, Berliner DL, Stensaas LJ, Getchell TV. 1993. Vomeronasal epithelial cells of the adult human express neuron-specific molecules. *Neuroreport* **4**: 375-378.
- Trindelli R, Mucignat-Caretta C, Ryba NJP. 1998. Molecular aspects of pheromonal communication via the vomeronasal organ of mammals. *Trends in Neurosciences* **21**: 482-486.
- Wedekind C, Furi S. 1997. Body odor preferences in men and women: do they aim for specific MHC combinations or simply heterozygosity? *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* **264**: 1471-1479.
- Wedekind C, Seebeck T, Bettens F, Paepke AJ. 1995. MHC-Dependent Mate Preferences in Humans. *Proceedings of the Royal Society of London* **260**: 245-249.
- Wysocki CJ, Lepri JJ. 1991. Consequences of removing the vomeronasal organ. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* **39**: 661-669.
- Wysocki CJ. 1979. Neurobehavioral evidence for the involvement of the vomeronasal system in mammalian reproduction. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* **3**: 301-341.
- Yamazaki KY, Boyse EA, Mike V, Thaler TH, Mathieson BJ, Abbott J, Boyse J, Zayas, Thomas L. 1976. Control of mating preferences in mice by genes in the major histocompatibility complex. *The Journal of Experimental Medicine* **144**: 1324-1335.
- Yamazaki K, Yamaguchi M, Andrews PW, Peake B, Boyse EA. 1978. Mating preferences of F2 segregants of crosses between MHC-congenic mouse strains. *Immunogenetics* **6**: 253-259.
- Yamigashi M, Hasegawa S, Takahashi S, Nakano Y, Iwanaga T. 1989. Immunohistochemical analysis of the olfactory mucosa by use of antibodies to brain proteins and cytokeratin. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* **98**: 384-388.
- Zbar RI, Zbar LI, Dudley C, Trott SA, Rohrich RJ, Moss RL. 2000. A classification scheme for the vomeronasal organ in humans. *Plastic and Reconstructive Surgery* **104**: 1284-1288.
- Ziegler A, Ehlers A, Forbes S, Trowsdale J, Volz A, Younger R, Beck S. 2000. Polymorphisms in olfactory receptor genes: a cautionary note. *Human Immunology* **61**: 1281-1284.

Luktsinnets påverkan på människans val av partner: etisk bilaga

Aleksander Milenkovic

Självständigt arbete i biologi 2014

Introduktion samt etisk frågeställning

Mitt arbete är en litterär studie av huruvida människans luktsinne kan påverka vårt val av partner. Resultaten från denna typ av studie kan ge ny insyn i hur människan fungerar biologiskt i sitt beteende och ett etiskt dilemma som lyfts fram är hur dessa resultat ska hanteras i samhället. Man kan fråga sig om resultaten kan användas kommersiellt eller för att kategorisera och diskriminera människor.

Samhällets, företagets och myndigheternas hantering och ansvar

Då min undersökning baseras på människan lyfter jag fram det kontroversiella ämnet om forskning med människan som försöksobjekt. Det finns regler om att forskning på människor inte får gå emot mänskliga rättigheter, att det måste finnas ett informerat samtycke, att riskerna måste minimeras och att resultaten måste ha goda konsekvenser för samhället och inte får göras med dåliga avsikter. I de fall där mina studier har använt sig av levande människor finns, även om ej troligt, en risk för att man inte klargjort studiens metod och syfte ordentligt för att därmed få fler villiga deltagare. Man har även i många fall använt sig av lik och embryologiska studier som, även om inte direkt oetiskt, kan verka problematiskt och måste skötas med ansvar och respekt.

När man utvärderar skillnaden mellan kvinnor och män finns det en risk att forskare, medvetet eller omedvetet, vinklar sina resultat för att passa sina egna normer. Vetskap om vår fysiologi skulle kunna leda till t.ex. bättre p-piller och läkemedel för att inte nämna bättre förståelse av oss och många andra djur. Tyvärr har liknande kunskap tidigare använts för att diskriminera och kategorisera människor, något som skulle kunna ske även idag. Det är varje persons ansvar att stå emot detta och inte generalisera.

Det finns en risk att resultat från framtida forskning i detta ämne kommer utnyttjas i oetiska kommersiella syften för att lura folk till att köpa mer t.ex. parfym och p-piller som kanske inte alls har någon vetenskaplig grund till att vara bättre. Att undvika detta genom att utbilda allmänheten kan vara en lösning. Jag är intresserad av att i framtiden fördjupa mig i hur vetenskap presenteras för att undvika att det kan missbrukas av företag eller i diskriminerande syfte.

Min insats ur ett forskningsetiskt perspektiv

De källor som jag har använt i mitt arbete är huvudsakligen referentgranskade-artiklar som har blivit publicerade i väl betrodda naturvetenskapliga tidsskrifter med fokus på de senare utgivningsåren i hopp om att minimera risken till falska eller föråldrade resultat i mitt arbete. Jag har försökt att representera båda sidorna av kontroversiella ämnen där forskarvärlden är kluven för att visa att djupare undersökningar krävs. Då de fakta som presenteras inte kommer från min egen forskning var jag noggrann med att referera till ursprungskällan och jag bedömer därför att det tydligt framgår vad som är mina slutsatser och argument, vad som kommer från övriga källor och vad som anses som grundläggande.