

Université de Montréal

Les corrélats du sexe et du genre dans les différences sexuelles du fonctionnement cognitif : une
étude exploratoire

Par

Sarah Kheloui

Faculté de médecine

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de *Maître ès sciences* (M.Sc.)

en sciences biomédicales, option sciences psychiatriques

Décembre 2020

© Sarah Kheloui, 2020

Ce mémoire intitulé

**Les corrélats du sexe et du genre dans les différences sexuelles du fonctionnement cognitif :
une étude exploratoire**

Présenté par

Sarah Kheloui, B.Sc.

A été évalué(e) par un jury composé des personnes suivantes

Jean Séguin, Ph.D.

Président-rapporteur

Robert-Paul Juster, Ph.D.

Directeur de recherche

Daniel Paquette, Ph.D.

Codirecteur

Alexandru Hanganu, Ph.D.

Membre du jury

Résumé

Les corrélats de la cognition sexuellement dimorphique demeurent partiellement compris puisque plusieurs variables de nature psychosociale et biologique modulent de façon synergique ces habiletés cognitives. Les corrélats du sexe et du genre dans le fonctionnement cognitif sexuellement dimorphique ont été évalués dans un échantillon d'individus âgés de 18 à 45 ans ($N=87$) et d'orientations sexuelles diverses. Les hormones sexuelles (estradiol, testostérone et progestérone) ont été mesurées par le biais d'échantillons de salive à quatre temps de mesure différents lors du paradigme expérimental. Les rôles de genre, l'orientation sexuelle et les variables sociodémographiques ont été évalués par l'entremise de questionnaires auto-rapportés. La contraception étant source importante de variation, a été prise en compte via des questionnaires auto-rapportés. Les participants ont complété une tâche de rotation mentale, de fluidité verbale ainsi que le Trier Social Stress Test par la suite. Le volet de réactivité au stress était un volet des de ce paradigme de recherche, mais pas un objectif de la présente étude puisque cette question a été investiguée dans des études précédentes. Les hommes ont mieux performé à la tâche de rotation mentale que les femmes alors qu'aucune différence significative n'a été démontrée pour la tâche de fluidité verbale. Des associations significatives et positives ont été observées entre l'estradiol et la performance de fluidité verbale pour les femmes naturellement cyclées comparativement à celle utilisant des contraceptifs oraux, mais pas pour la progestérone et la testostérone. En contrôlant pour les hormones sexuelles, un effet d'interaction significatif entre le sexe et les rôles de genre a été identifié démontrant que les femmes s'identifiant comme masculines performaient mieux à la tâche de rotation mentale que les autres groupes de femmes. Ces résultats exploratoires suggèrent

un effet principalement conduit par le sexe et les hormones sexuelles sur la performance cognitive qui pourrait également être influencé par des facteurs psychosociaux.

Mots-clés : cognition sexuellement dimorphique; différences sexuelles; hormones sexuelles; orientation sexuelle; rôles de genre

Abstract

The correlates of sexually dimorphic cognition are not yet fully understood since many biological and psychosocial variables modulate these cognitive abilities in synergy. Sex and gender correlates of sexually dimorphic cognition were assessed in a sample of individuals ages 18-45 years ($N=87$) from diverse sexual orientations. Sex hormones (estradiol, testosterone and progesterone) were assessed via saliva samples at four timepoints throughout testing. Gender-roles, sexual orientation and socio-demographics were measured via self-report questionnaires. Contraception being an important variability factor was assessed via self-report questionnaires. Participants completed mental rotation and verbal fluency tasks as well as the Trier Social Stress Test afterwards. The stress reactivity aspect was evaluated but was not one of the main objectives of the current study as previous publications have investigated this already. Men performed better than women at mental rotation, while no significant difference was found for verbal fluency. Significant positive associations were observed between estradiol and word fluency for the naturally cycling women compared to the women using oral contraception but not for progesterone and testosterone. While controlling for sex hormones, a significant interaction effect of sex and gender-roles was identified showing that masculine women performed better than other women groups at the mental rotation task. These exploratory results suggest an effect principally driven by sex and sex hormones on cognitive performance that may also be influenced by psychosocial factors.

Keywords: sexually dimorphic cognition; sex differences; sex hormones; sexual orientation; gender-roles

Table des matières

Résumé	5
Abstract	7
Table des matières	9
Liste des tableaux	11
Liste des figures.....	13
Liste des sigles et abréviations	15
Remerciements	19
Chapitre 1 – Introduction	23
1.1 Mise en contexte.....	24
1.2 Différences sexuelles et cognition.....	25
1.2.1 Les habiletés verbales.....	25
1.2.2 Les habiletés spatiales	26
1.2.3 Mémoire et attention	27
1.2.4 Habiletés mathématiques.....	28
Chapitre 2 – Perspectives neurobiologiques	30
2.1 Hormones sexuelles et cerveau	31
2.1.1 Axe Hypothalamo-Pituito-Gonadique (HPG).....	33
2.1.1.1 Interaction entre l’axe HPG et l’axe HPS	34
2.1.1.2 Mécanismes d’action génomiques et non-génomiques de l’axe HPG	35
2.1.2 Effets d’organisation et d’activation sur le cerveau	36
2.1.3 Cycle menstruel.....	39
2.1.4 Contraceptifs oraux (CO).....	40
2.2 Modèles évolutionnistes	41
2.1.1 Sélection naturelle	42
2.1.2 Sélection sexuelle.....	43
2.1.3 Hypothèses évolutionnistes et CSD	44
2.1.3.1 Théorie des chasseurs-cueilleurs.....	45
2.1.3.2 La théorie de l’évolution neuro-androgénique (ENA)	46
Chapitre 3 – Perspectives psychosociales	49
3.1 Variabilité interindividuelle et variables psychosociales	50
3.2 Orientation sexuelle et cognition.....	51

3.3 Le genre et la cognition.....	53
3.3.1 Théorie des schèmes de genre	53
3.3.1.1 L’hypothèse de médiation des rôles de genre	55
3.3.2 Socialisation différentielle à l’enfance.....	56
Chapitre 4 – Article scientifique	59
4.1 Objectifs et Hypothèses.....	60
4.2 Article Scientifique.....	62
Chapitre 5 – Discussion.....	103
5.1 Résumé des résultats	104
5.1.1 Variables biologiques et cognition.....	104
5.1.1.1 Hormones sexuelles.....	104
5.1.1.2 Contraceptifs oraux et cycle menstruel	106
5.1.2 Variables psychosociales et cognition.....	107
5.1.2.1 Orientation sexuelle.....	107
5.1.2.2 Rôles de genre	107
5.2 Nature, culture et évolution culturelle.....	108
5.3 Pistes futures	110
5.4 Conclusion.....	112
Références bibliographiques	113
Annexes	129
Annexe A. Questionnaire d’orientation sexuelle (<i>Klein Sexual Orientation Scale</i>)	129
Annexe B. Questionnaire des rôles de genre (<i>Bem Sex-Role Inventory</i>)	130
Annexe C. Statistiques sociodémographiques descriptives de l’échantillon	133

Liste des tableaux

Tableau 1. – (Classes de stéroïdes sexuels naturels).....	32
---	----

Liste des figures

Figure 1. –	(Processus de métabolisation des stéroïdes sexuels principaux).....	33
Figure 2. –	(Représentation schématique de l'axe HPG).....	34
Figure 3. –	(Variations hormonales lors des phases du cycle menstruel).....	40
Figure 4. –	Classification des rôles de genre	55
Figure 5. –	Visualisation du protocole.....	112

Liste des sigles et abréviations

CSD : Cognition Sexuellement Dimorphique

DHEA : Déhydroépiandrostérone

HPG : Hypothalamo-Pituito-Gonadique

GnRH : Hormones de Libération des Gonadotrophines

LH-FSH : Hormones Lutéinisantes et Folliculostimulantes

HPS : Hypothalamo-Pituito-Surrénalien

HSC : Hyperplasie Surrénale Congénitale

CO : Contraceptifs Oraux

EAE : Environnement d'Adaptation Évolutive

ENA : Théorie d'Évolution Neuro-androgénique

À mes chers parents parce que la famille c'est sacré et, sans qui, je ne serais pas la moitié de qui je suis aujourd'hui. Vous êtes la prunelle de mes yeux.

Remerciements

Je tiens à chaleureusement remercier mon directeur et remarquable mentor, le Dr. Robert-Paul Juster. Je te remercie d'avoir cru en moi et mon potentiel quand personne avant toi ne m'avait donnée ma chance. Je te remercie pour ta générosité, tes conseils avisés et empreints d'une sagesse, mais surtout d'une intelligence infinie. Chaque jour, tu fais de moi une meilleure scientifique en devenir, mais surtout, une personne plus humble juste par l'exemple que tu incarnes dans ma vie. J'espère un jour te ressembler non seulement en tant que scientifique, mais aussi en tant que personne. Je te remercie de m'avoir donnée la place pour m'épanouir de la façon la plus mesurée et ajustée à ma personnalité quelque peu explosive et déterminée. Tu me pousses toujours un peu plus dans l'ardeur du travail ainsi que dans les confins de ma propre pensée. Tu m'as montrée l'importance de la souplesse dans la démarche intellectuelle et scientifique. Mais surtout, je te remercie de ta patience et ta bienveillance à mon égard et il me tarde d'entamer les étapes futures qui se dressent devant nous.

Je remercie mon co-directeur, le Dr. Daniel Paquette. Je te remercie de m'avoir transmis ta passion pour les théories évolutionnistes qui n'ont pas seulement forgé mon parcours académique, mais aussi ma vision du monde et ma vie personnelle. Richard Dawkins a dit que la théorie de l'évolution par sélection naturelle est l'une des théories les plus puissantes jamais proposées au monde scientifique qui, d'une simple idée, de grandes répercussions en ont découlé. Je n'ai que mieux compris le sens de cette affirmation en te côtoyant.

Je tiens à remercier les Dres. Marie-France Marin et Sonia Lupien qui sont des scientifiques acharnées, mais surtout des femmes admirables et qui sont un exemple pour toute femme cherchant à s'accomplir dans le monde de la science. À votre manière, vous personnifiez ce que j'aspire à

devenir. Sonia, je te remercie d'avoir accepté de me rencontrer lors de ton cours du baccalauréat puisque je ne serais pas ici sans toi. Marie-France, merci pour tous les commentaires, conseils, opportunités et critiques constructives que tu m'as offerts au travers de mon parcours académique.

Je tiens à sincèrement remercier ma famille qui n'a toujours voulu que le meilleur pour moi. À mes parents qui représentent tout pour moi. Maman, tu es la pièce maîtresse de mon monde. Si un jour, je devenais le centième de la femme que tu es, je sais que j'aurai accompli, au moins, une chose noble dans ma vie. Papa, tu es l'homme le plus déterminé et résilient que je connaisse et ce n'est qu'avec honneur que je peux me présenter comme ta fille. Celia, ma sœur, je serais perdue dans les abysses de moi-même sans ta sensibilité, tes conseils et ton intelligence. Mallek, mon frère, l'homme le plus ingénieux et loyal de ma vie. Je sais que je serai toujours en sécurité à tes côtés. Je vous aime plus que je ne m'aime moi-même. À mes tantes adorées, Cherifa et Fadila Boumala, que je porte, chaque jour, dans mon cœur et qui ont toujours été des oreilles attentives. À mes cousines, mais surtout, mes amies, Massilia et Fatima, avec qui j'ai des liens inséparables.

Je remercie mes deux sœurs de cœur, mes meilleures amies, Jihene et Sarah. Vous avez été là dans les heures les plus sombres et les plus heureuses de ma vie. Chaque jour, vous m'avez prouvée et montrée que l'amitié dans sa forme la plus sincère existe. Sarah, le morceau manquant à ma vie, je ne savais pas que j'avais si ardemment besoin de toi avant de faire ta rencontre. Jihene, mon acolyte de tous les jours, nous avons grandi ensemble et nous vieillirons certainement ensemble. À chaque fois que je suis trouvée en rupture avec le monde, j'ai trouvé en vous l'amour et la salvation que je n'ai trouvés nulle part ailleurs afin d'échapper à la ruine. Je remercie ma grande et précieuse amie Echrak, qui illumine ma vie par son sourire, son humour et qui m'as appris la tempérance. À Catalin qui m'a rappelée qu'il existe encore de vrais hommes sur cette terre. À Mahmut, si intelligent et qui pense continuellement le monde avec moi. Je remercie Maryse

de son soutien inconditionnel et de sa précieuse aide lors de ce parcours que nous avons traversé ensemble.

Je remercie fermement mes collègues Philippe Beauchamp-Kerr et Mathias Denis Christian Rossi pour qui j'ai une affection et une amitié des plus sincères et absolues. Je n'aurais pu arriver à la fin de cette étape charnière sans leur présence et leur support sans faille. Nous nous complétons de la façon la plus saine possible et je suis choyée de vous appeler mes collègues et mes amis. Je remercie également tous les brillants membres du laboratoire du CESAR Silke Jacmin-Park, Ophélie Larocque et Olivier Bourdon que j'estime profondément. Tous, vous contribuez à enjoliver ma vie au quotidien et rendez les journées les plus grises, ensoleillées.

À Nietzsche, le glorieux. Mon ami d'une autre ère et médecin de mon âme. Tu m'as mise en marche vers moi-même. Comme disait Albert Camus, ensemble nous regardons les lueurs des incendies de feuilles sèches que tu as allumé dans le Sils Maria danser derrière notre vie intellectuelle. *Amor Fati*.

Enfin, je remercie vigoureusement le Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Montréal et toutes les équipes qui le constitue. Je remercie le département de psychiatrie et d'addictologie, la Faculté de médecine ainsi que la Faculté des études supérieures et postdoctorales. Je remercie l'Université de Montréal, mon *alma mater*, et les Instituts de Recherche en Santé du Canada pour leur soutien financier.

Chapitre 1 – Introduction

1.1 Mise en contexte

Le fonctionnement cognitif se définit par les processus sous-jacents à l'habileté de penser, mémoriser, prendre des décisions, résoudre des problèmes et agir (Roy, 2013). Une multitude d'études existent quant au nombre, l'envergure ainsi que la nature des différences sexuelles observées dans le fonctionnement cognitif. Jusqu'à ce jour, la question de la cognition sexuellement dimorphique (CSD) demeure une question épineuse qui soulève encore de grands débats dans la littérature scientifique. Plusieurs études et revues de littérature répertorient des différences sexuelles dans plusieurs domaines cognitifs tels que la reconnaissance des émotions, les habiletés verbales, les habiletés visuo-spatiales ainsi que les tâches de jugement (Block, Hancock, & Zakay, 2000; Halpern & LaMay, 2000; Kret & De Gelder, 2012; Levine, Foley, Lourenco, Ehrlich, & Ratliff, 2016).

Cependant, certaines études avancent que ces différences ne seraient pas si accentuées et que les deux sexes seraient plus similaires que différents (Hyde, 2005); hypothèse ayant trouvé un support empirique dans une méta-analyse. Cette dernière aurait démontré de petites, mais significatives, tailles d'effets qui seraient toutefois modulées par plusieurs facteurs psycho-sociaux (ex. traits de personnalité, type de domaine cognitif, facteurs socioculturels) (Zell, Krizan, & Teeter, 2015).

En ajout à cela, comprendre les mécanismes sous-jacents de la CSD dans la population générale est un processus central nous permettant, ultérieurement, de comprendre davantage les différences dans certains troubles neurodégénératifs et neuropsychiatriques. À titre d'exemple, il existerait des différences marquées dans le déclin cognitif et la prévalence de l'Alzheimer – beaucoup plus diagnostiqué chez les femmes (Ferretti et al., 2018; Schmidt et al., 2008). De façon analogue, des troubles tels que la schizophrénie, le trouble-bipolaire, le syndrome de choc post-

traumatique et l'autisme affecteraient les deux sexes différemment, non seulement au niveau de la prévalence, mais aussi de la symptomatologie (Baron-Cohen, Knickmeyer, & Belmonte, 2005; Gogos, Ney, Seymour, Van Rheenen, & Felmingham, 2019; Leung & Chue, 2000). Une hypothèse récurrente dans la littérature avance que ce serait l'exposition aux hormones sexuelles ainsi que les variations des niveaux d'hormones qui expliqueraient les différences sexuelles dans certains troubles tels que l'autisme et la schizophrénie (Baron-Cohen et al., 2015; Brzezinski-Sinai & Brzezinski, 2020) – justifiant ainsi la nécessité de mieux comprendre les corrélats de la CSD.

De surcroît, bien que controversée, la CSD demeure pertinente et nécessite d'être étudiée de façon plus approfondie puisqu'elle possède d'importantes implications sociales, culturelles, politiques et empiriques. Des évidences récentes suggèrent que, dépendamment des facteurs pris en considération (i.e. biologiques, psychosociaux, types de tâches cognitives), certains fossés cognitifs entre les sexes se réduisent et que d'autres demeurent (D. I. Miller & Halpern, 2014). Ceci accentuant la nécessité de continuer l'étude des différences sexuelles en utilisant une approche intégrative et transdisciplinaire plutôt qu'en cultivant les débats dichotomiques.

1.2 Différences sexuelles et cognition

1.2.1 Les habiletés verbales

Les habiletés verbales sont le premier domaine cognitif dans lequel le plus de différences sexuelles marquées sont répertoriées. De façon générale, les femmes performant presque toujours mieux que les hommes (Halpern, 2012; Hyde & Linn, 1988; Kimura, 2004; Weiss, Kemmler, Deisenhammer, Fleischhacker, & Delazer, 2003). De plus, ces différences persistent à travers le temps puisqu'elles seraient répertoriées même dans les populations vieillissantes (Munro et al., 2012). Cependant, les habiletés verbales se divisent en plusieurs domaines différents (i.e. fluidité

verbale, mémoire verbale et compréhension de lecture) conduisant à des résultats différents. Les tâches de fluidité verbale nécessitent que le participant génère le plus de mots possibles en fonction de la similarité phonémique et sémantique des mots. Certaines études montrent un avantage des femmes pour les tâches de fluidité phonémique (Burton, Henninger, & Hafetz, 2005; Weiss et al., 2006) alors que pour la fluidité sémantique, les différences sexuelles semblent absentes (Mathuranath et al., 2003).

Quant à la mémoire verbale ainsi que la mémoire verbale de travail, il semblerait que les femmes performant mieux que les hommes (Bleecker, Bolla-Wilson, Agnew, & Meyers, 1988; Lewin, Wolgers, & Herlitz, 2001) et ce, malgré qu'une étude récente ait montré un avantage de mémoire verbale de travail chez les hommes (J. L. Reed, Gallagher, Sullivan, Callicott, & Green, 2017). En ajout à cela, une analyse de données collectées auprès de 1.5 million de filles et de garçons dans 75 pays a démontré un avantage net des filles dans les habiletés de lecture comparativement aux garçons (Stoet & Geary, 2013).

1.2.2 Les habiletés spatiales

Le second domaine dans lequel la CSD est la plus marquée et constante est celui des habiletés spatiales perdurant même avec l'âge (McCarrey, An, Kitner-Triolo, Ferrucci, & Resnick, 2016). Celles-ci se définissent comme la capacité de se représenter et transformer un objet en plusieurs dimensions et est divisée en deux (Wang & Carr, 2014). La première consiste en la capacité d'utiliser un objet comme point de référence et d'ainsi le transformer alors que la seconde réfère à différents positionnements et points de vue dans un environnement spécifique (Hegarty & Waller, 2004). De façon presque constante, les hommes performant significativement mieux à des tâches de rotation mentale (i.e. transformation d'objet) (Gurvich, Hoy, Thomas, & Kulkarni, 2018; Hyde, 2014). De ce fait, une méta-analyse a démontré que cet effet est accentué lorsqu'une

contrainte de temps est ajoutée à la tâche (Voyer, 2011). Ces différences marquées pourraient être dues à des stratégies différentes selon lesquelles les femmes focaliseraient leur attention sur les détails alors que les hommes utiliseraient une démarche plus holistique (Hegarty, 2018).

1.2.3 Mémoire et attention

L'attention est l'un des domaines cognitifs où certains résultats sont mitigés. En plus, même dans les populations vieillissantes, ces différences demeureraient tout aussi floues puisqu'il ne semblerait pas y avoir de différence significative entre les deux sexes (McCarrey et al., 2016; Munro et al., 2012). Cependant, des différences importantes et constantes seraient trouvées dans les troubles neurocognitifs associés tels que le trouble de déficit d'attention et l'autisme ; ceux-ci étant plus diagnostiqués chez les garçons (Arnett, Pennington, Willcutt, DeFries, & Olson, 2015; Mandy et al., 2012).

L'attention se divise en plusieurs sous-catégories (i.e. attention sélective, divisée et soutenue) – élément pouvant contribuer aux variations des résultats. Quelques études sur l'attention sélective, permettant de filtrer et sélectionner l'information pertinente par rapport à des distracteurs, démontrent de meilleures performances chez les femmes (Bayliss, di Pellegrino, & Tipper, 2005). Effectivement, dans une tâche d'indilage, elles seraient meilleures à saisir les indices précédant (100 – 1000 millisecondes) la présentation de la cible. Par la suite, l'attention divisée qui illustre la capacité de porter son attention sur plusieurs éléments de façon simultanée, serait plus facilement affectée par des distracteurs chez les femmes (Stoet, 2010). Enfin, le troisième champ est celui de l'attention soutenue qui consiste en l'habileté de maintenir son attention sur un élément durant une certaine période de temps. Il semblerait que les hommes auraient de meilleures habiletés à garder leur attention soutenue et que la performance des femmes varierait en fonction du cycle menstruel (Pletzer, Harris, & Ortner, 2017).

La mémoire est un vaste champ qui implique plusieurs types de mémoires, mais il est largement dénoté que les femmes possèdent un avantage mnésique comparativement à leurs comparses masculins (Halpern, 2012; Loprinzi & Frith, 2018). Effectivement, les femmes sembleraient avoir une meilleure mémoire épisodique (i.e. autobiographique, auditive et sémantique) qui fait référence au rappel d'événements associés à un moment et un endroit spécifique (Herlitz, Nilsson, & Backman, 1997; Loprinzi & Frith, 2018; Pauls, Petermann, & Lepach, 2013).

En contrepartie, les femmes performeraient mieux, seulement à des tâches verbales de mémoire épisodique, tandis que les hommes les dépasseraient dans des tâches spatiales de mémoire épisodique (Herlitz & Yonker, 2002). Cet avantage chez les femmes serait même magnifié lorsque le niveau d'éducation et d'emploi est amélioré et ce, de façon plus accrue que chez les hommes (Asperholm, Nagar, Dekhtyar, & Herlitz, 2019). Il serait également présent dans des populations cliniques (ex. Alzheimer et Parkinson) vieillissantes démontrant que les femmes auraient une meilleure mémoire verbale que les hommes (Brunet, Caldwell, Brandt, & Miller, 2020). Subséquemment, les femmes auraient aussi de meilleures habiletés en reconnaissance des visages et des émotions (Proverbio, 2017; Rehnman & Herfitz, 2007) et plus particulièrement des visages d'autres femmes (Rehnman & Herfitz, 2007). Ceci pourrait partiellement expliquer leur avantage dans la mémoire épisodique. Enfin, les femmes démontreraient aussi une meilleure mémoire émotionnelle puisqu'elles se souviendraient significativement mieux des événements à valence émotionnelle négative et positive (Seidlitz & Diener, 1998).

1.2.4 Habiletés mathématiques

Les résultats quant aux performances mathématiques sont mitigées et très variables. Une étude faite dans plusieurs pays auprès d'adolescents démontre que les différences de performances

en mathématiques étaient peu franches et changeantes à travers les pays. En effet, l'écart était plus grand chez les élèves ayant de meilleures performances scolaires en mathématiques et totalement absent chez ceux ayant de moins bons scores (Stoet & Geary, 2013). De même, une étude auprès de plusieurs nations a démontré, qu'en moyenne, les filles performant moins bien que les garçons, mais que cet avantage disparaît lorsque le taux d'inégalités sociales était pris en considération (Guiso, Monte, Sapienza, & Zingales, 2008). Ainsi, il semblerait qu'une différence minimale en faveur des garçons existerait, mais qu'elle serait modulée par plusieurs facteurs sociaux et qu'elle s'accroîtrait plus le niveau de complexité des tâches augmenterait (Halpern, 2012)

Chapitre 2 – Perspectives neurobiologiques

2.1 Hormones sexuelles et cerveau

Comprendre la CSD ne pourrait se faire sans la compréhension des *mécanismes distaux* faisant référence à la cause immédiate et directe du comportement. Autrement dit, ils se résument au fait de se demander *comment* les différences sexuelles émergent chez les êtres humains et de quelle manière elles s'articulent dans un contexte neurobiologique. Dans ce cas, ils sont caractérisés par le fonctionnement biologique des hormones sexuelles et leur lien avec le cerveau (Kimura, 2004). Les hormones sexuelles sont un ensemble de neurotransmetteurs sécrétées par les gonades (i.e. les testicules chez les hommes et les ovaires chez les femmes) et qui sont des facteurs cruciaux dans la régulation de la reproduction et les comportements humains (Lenz & McCarthy, 2010). Notons, par ailleurs, que l'effet des hormones sexuelles sur le comportement (ex. reproducteur et agressif) n'est pas propre à l'homme puisqu'il est tout aussi répertorié chez l'animal (Velle, 1982). De plus, les hormones sexuelles sont l'intermédiaire central nous permettant de faire le lien entre les mécanismes évolutifs et le comportement actuel puisque les systèmes endocriniens produisant des hormones, dont les hormones sexuelles, ont été conservés par le biais de la sélection naturelle et sexuelle (Cox, McGlothlin, & Bonier, 2016). Ceci témoigne du fait que les différents mécanismes neurobiologiques sont intrinsèquement liés les uns aux autres de même qu'ils sont liés à notre évolution.

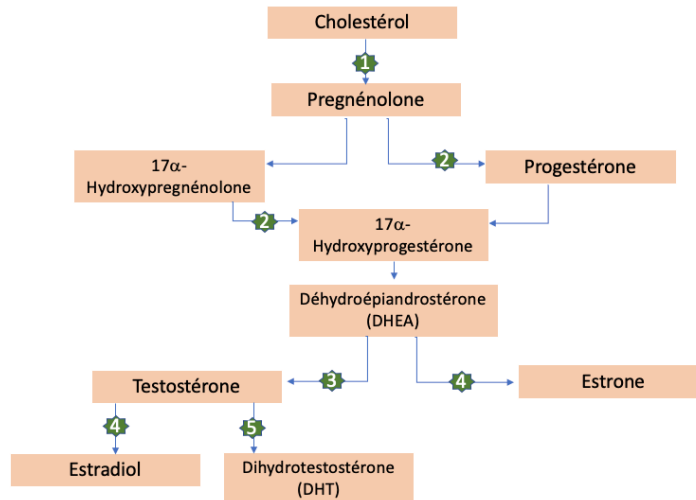
Il est important de comprendre qu'il n'existe pas une hormone qui est exclusivement présente chez l'un des deux sexes. Plutôt, les différentes classes d'hormones sexuelles se retrouvent en différentes concentrations chez les deux sexes et sont fonction de facteurs chromosomiques et génétiques (Halpern, 2012). De plus, le mode d'action des hormones sexuelles sur la neurotransmission cérébrale et, *de facto*, le comportement et la CSD, est complexe et s'opère en deux temps (voir Section 2.1.2 Effets d'organisation et d'activation). Les différentes classes de

stéroïdes sexuels sont répertoriés dans le Tableau 1. Nous retrouvons trois classes qui sont sous-divisées en différents types.

Tableau 1. – (Classes de stéroïdes sexuels naturels)

Androgènes	Progestatifs	Estrogènes
Testostérone	Progestérone	Estrone (E1)
Dihydrotestostérone (DHT)	17 α -Hydroxyprogestérone	Estradiol (E2)
Déhydroépiandrostérone (DHEA)		Estriol (E3)

Classiquement, les hormones mâles sont les androgènes tandis que les hormones femelles sont les estrogènes. C'est l'action différentielle de plusieurs enzymes spécifiques au sexe d'un individu qui engendrerait les changements métaboliques nécessaires à la création des hormones sexuelles (W. L. Miller & Auchus, 2011). Ainsi, les stéroïdes sexuels sont d'abord synthétisés dans le cholestérol par l'enzyme de clivage P450 et transformés en pregnénolone (Delchev & Georgieva, 2017; Schiffer et al., 2019; Stocco, 2001). Celle-ci peut ensuite soit être synthétisée par l'enzyme 3 β -hydroxystéroïde déshydrogénase qui en fera de la progestérone et ensuite de la 17 α -hydroxyprogestérone. Ou encore, elle peut devenir de la 17 α -hydroxypregnénolone et être synthétisée par la même enzyme (3 β -hydroxystéroïde déshydrogénase) afin de se transformer en 17 α -hydroxyprogestérone. Suite à cela, la 17 α -hydroxyprogestérone devient de la déhydroépiandrostérone (DHEA) qui, par le biais, de l'enzyme 17 β -hydroxystéroïdes déshydrogénases se métabolise en testostérone et ensuite en DHT par l'action des 5 α -réductases. C'est par l'action de l'enzyme aromatasase que la testostérone devient de l'estradiol de même que le DHEA qui devient de l'estrone (Hiemke, Banger, Kohsik, Hundt, & Ghraf, 1992), de même que la déhydroépiandrostérone qui devient de l'estrone. Le processus de genèse et de biosynthèse des stéroïdes sexuels est présenté dans la Figure 1 (Delchev & Georgieva, 2017).



(1) Enzymes P450, (2) Enzymes 3 β -Hydroxystéroïdes déshydrogénases, (3) Enzymes 17 β -hydroxystéroïdes déshydrogénases, (4) Enzymes aromatasases, (5) Enzymes 5 α -réductases
Figure adaptée avec permission en libre-accès de Delchev & Georgieva, 2017.

Figure 1. – (Processus de métabolisation des stéroïdes sexuels principaux)

2.1.1 Axe Hypothalamo-Pituito-Gonadique (HPG)

La sécrétion d’hormones sexuelles par les gonades est issue du relâchement d’hormones de libération des gonadotrophines (GnRH) générées par l’hypothalamus, structure au croisement des systèmes nerveux et endocriniens et centrale à la régulation des fonctions biologiques de base (Millar et al., 2004). Par la suite, ces hormones passent par la glande pituitaire, située sous l’hypothalamus, qui, en retour, stimule la sécrétion des hormones lutéinisantes et folliculostimulantes (LH-FSH) qui se dirigeront vers les organes reproducteurs afin d’activer la production des stéroïdes sexuels (Charlton, 2008; Halpern, 2012; B. McEwen, 2012; Vadakkadath Meethal & Atwood, 2005).

Par la suite, les organes sexuels envoient un signal de retour inhibiteur vers les structures cérébrales, ce qui aura pour effet d’inhiber la sécrétion de GnRH, de LH-FSH et *de facto*, d’hormones sexuelles. Ces structures biologiques agissent en synergie et leurs interactions multiples constituent ce qu’on appelle l’axe hypothalamo-pituito-gonadique (HPG) (voir Figure

2). Qui plus est, ce fonctionnement de boucles rétroactives excitatrices et inhibitrices n'est pas propre à l'axe HPG. Effectivement, un système similaire se produit pour l'axe Hypothalamo-Pituitaire-Surrénalien (HPS) incluant les glucocorticoïdes (i.e. cortisone et cortisol) produits par les glandes surrénales de même que l'axe hypothalamo-pituitaire-somatotrope incluant les glandes thyroïdiennes (i.e. hormones thyroïdiennes T3 et T4) (B. McEwen, 2012).

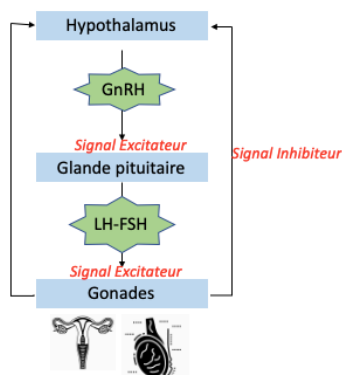


Figure 2. – (Représentation schématique de l'axe HPG)

2.1.1.1 Interaction entre l'axe HPG et l'axe HPS

L'étude de l'axe HPG ne peut se faire sans celle de l'axe HPS qui est central au maintien de la santé physique et psychologique. En effet, un bon nombre de fonctions cognitives (ex. mémoire et attention) seraient affectées par la réactivité au stress (i.e. niveaux de cortisol) (Calvo & Gutiérrez-Garcia, 2016; Lupien et al., 2005; Lupien, Gillin, & Hauger, 1999). De plus, la réactivité au stress de l'axe HPG affecterait la structure de certaines régions cérébrales comme l'hippocampe dans laquelle des récepteurs de glucocorticoïdes sont répertoriés (Lupien et al., 1998; B. S. McEwen, De Kloet, & Rostene, 1986). Une réponse de l'axe HPS face à un stress continu serait également associée au développement et l'accentuation de symptômes dans plusieurs troubles de santé mentale tels que la dépression et le trouble de stress post-traumatique (Marin et al., 2011). En ajout à cela, il semblerait que les hormones sexuelles interagissent de concert avec les hormones de stress. En effet, une ligne d'évidence démontre que les deux sexes divergent dans

leur habiletés de réactivité au stress (Bale & Epperson, 2015), ce qui serait dû à l'effet des hormones sexuelles (Oyola & Handa, 2017). De façon analogue, la réactivité de l'axe HPS pourrait même influencer la régulation de l'axe HPG et donc les niveaux d'hormones sexuelles circulantes (Rivier & Rivest, 1991). Effectivement, la présence de glucocorticoïdes semblerait non seulement interférer avec l'action stimulante du GnRH sur les gonades, mais aussi réduire la réactivité au GnRH de la glande pituitaire. Ainsi, ces deux systèmes neuroendocriniens agissent de façon dynamique et complémentaire.

2.1.1.2 Mécanismes d'action génomiques et non-génomiques de l'axe HPG

Lors du retour de signal vers l'hypothalamus, les hormones sexuelles induisent un effet sur le cerveau via des mécanismes génomiques et non-génomiques (B. S. McEwen & Milner, 2017). L'action génomique passe par un ensemble de récepteurs nucléaires et intra-membranaires stéroïdiens présents dans l'hypothalamus (Marrocco & McEwen, 2016; B. McEwen, 2012; B. S. McEwen, 1988). Des récepteurs sont aussi répertoriés dans d'autres structures cérébrales telles que l'hippocampe et la glande pituitaire, porte d'entrée vers l'hypothalamus (Loy, Gerlach, & McEwen, 1988; B. S. McEwen & Milner, 2007). Ainsi, les hormones sexuelles sécrétées par les gonades, remontent vers l'hypothalamus en passant par un ensemble de vaisseaux présents dans la glande pituitaire (Meites, 1992). Puisque liposolubles, les stéroïdes sexuels peuvent aisément franchir la barrière hémato-encéphalique, structure cérébrale protectrice des agents pathogènes et assurant l'homéostasie du corps (Cornford, Braun, Oldendorf, & Hill, 1982). Ils atteignent et traversent ensuite la membrane cellulaire afin de se lier à leurs récepteurs respectifs qui sont présents à différents endroits (Delchev & Georgieva, 2017; B. McEwen, 2012; Novac & Heinzl, 2004).

Il existe deux types de récepteurs – le type I se trouve dans le cytoplasme alors que le type II se trouve dans le noyau cellulaire (Novac & Heinzl, 2004). Lorsqu'activés, les récepteurs,

engendrent des cascades chimiques comme par exemple une réponse des protéines de choc thermique, que seuls les récepteurs de type I possèdent, exposant ainsi une séquence d'ADN spécifique et la formation d'acide ribonucléique (ARN) (Brinton & Nilsen, 2001; Delchev & Georgieva, 2017; B. McEwen, 2012). Cette séquence sera ensuite soit transcrite ou non ce qui aura pour effet de moduler l'expression de certains gènes (Tsai & O'Malley, 1994).

Les mécanismes non-génomiques sont ceux n'étant pas directement impliqués avec la retranscription génétique qui classiquement s'opère dans l'espace intracellulaire (Losel & Wehling, 2003). Plutôt, ils seraient impliqués dans les récepteurs situés sur le pourtour de la membrane cellulaire induisant des changements physiologiques rapides (Losel & Wehling, 2003; Simoncini & Genazzani, 2003) – contrairement aux mécanismes génomiques qui sont plus lents (Delchev & Georgieva, 2017). Bien que rapide, ce mode d'action semble également avoir des effets sur le long terme, similaires à ceux nécessitant une transcription génétique puisqu'ils contribueraient à la réplication d'ADN dans le noyau cellulaire (Castoria et al., 1999). De plus, les mécanismes non-génomiques seraient suspectés d'influencer un ensemble de fonctions physiologiques, mais aussi la sécrétion de neurotransmetteurs (B. S. McEwen, 1991).

2.1.2 Effets d'organisation et d'activation sur le cerveau

Une étude a démontré que l'administration de testostérone lors d'une période critique du développement intra-utérin avait des effets permanents sur les différences sexuelles du cerveau et du comportement des cochons de Guinée (Phoenix, Goy, Gerall, & Young, 1959). Cette expérience pionnière a permis de mieux comprendre le rôle des hormones sexuelles sur le processus de différenciation sexuelle du cerveau. Effectivement, ceci a conduit à l'idée que l'exposition à des concentrations d'androgènes lors de certaines périodes du développement engendrerait des

changements structuraux dans l'organisation du cerveau et, *de facto*, sur la cognition et le comportement (Arnold, 2009).

Lorsque l'ovule est fécondé, le sexe chromosomique qui est, par défaut femelle peut soit, le demeurer (i.e. femelle) en l'absence du chromosome *SRY* ou se modifier (i.e. mâle) lorsque celui-ci s'ajoute, déterminant ensuite les niveaux d'hormones ainsi que le développement des tissus gonadiques (Breedlove, Cooke, & Jordan, 1999; Rey, Josso, & Racine, 2020). En contrepartie, une multitude de conditions intersexuées occasionnées par des variations génétiques aléatoires conduisent un nombre d'individus substantiel à ne pas posséder de sexe chromosomique traditionnel mâle ou femelle (Griffiths, 2018). La forme la plus commune des différentes conditions intersexuées l'Hyperplasie Surrénale Congénitale (HSC). Elle se chiffrent entre environ 1 : 10 000 et 1 : 20 000 naissances (Pang & Shook, 1997).

Suite à la détermination du sexe chromosomique, les tissus sexuels (i.e. les organes reproducteurs) se développent à partir de la 6^{ème} semaine de grossesse. Ils se caractérisent par une exposition aux androgènes durant la période prénatale, entre 6 et 12 semaines, et périnatale pour les mâles, ce qui engendrerait des effets conjoints de déféminisation et masculinisation du cerveau (Numan, 2015; Swaab, 2007). Lorsque le sexe chromosomique est femelle (XX), le cerveau subit une féminisation qui s'illustre par une suppression active de l'exposition aux hormones sexuelles androgènes (Nugent et al., 2015). Effectivement, des effets neuro-protecteurs sont induits par la protéine α -fœtoprotéine qui se lie uniquement aux récepteurs d'estrogènes (Bakker et al., 2006). Ces changements lors de périodes critiques organisent donc le cerveau de façon permanente et agissent de concert avec les effets d'activations qui surviennent plus tard lors de la puberté et qui, eux, sont réversibles (B. S. McEwen, 1991; Swaab, 2007).

La nature biologique des effets organisationnels sur le comportement et la cognition serait démontrée. En effet, une étude faite auprès de primates aurait démontré que les mâles choisissaient systématiquement des jouets associés aux petits garçons (ex. camions) alors que les femelles préféreraient jouer avec des poupées (Alexander & Hines, 2002). De plus, cet effet a été démontré chez les femmes souffrant de HSC puisqu'elles seraient exposées à de fortes concentrations d'androgènes lors du développement fœtal (Nass & Baker, 1991). Ceci aurait pour effet d'altérer plusieurs fonctions cognitives telles que le QI et la mémoire de travail visuospatiale (Johannsen et al., 2006; Karlsson, Gezelius, Nordenstrom, Hirvikoski, & Lajic, 2017). Enfin, elles sembleraient aussi mieux performer que les femmes ne souffrant pas de HSC dans des tâches spatiales où les hommes performant mieux (Puts, McDaniel, Jordan, & Breedlove, 2008).

Les effets activationnels sont définis par les effets des hormones sur le cerveau et le comportement en fonction des variations hormonales à travers le temps (Yararbas & Pogun, 2010). La puberté est une période cruciale pendant laquelle l'exposition cérébrale aux hormones sexuelles sécrétées par les organes reproducteurs vient compléter et renforcer l'organisation débutée lors du développement pré- et périnatal du cerveau, ce qui participe au développement des habiletés cognitives et comportements sexuellement dimorphiques (Numan, 2015; Romeo, 2003).

Les effets activationnels sur la cognition peuvent s'observer, par exemple, au travers d'études évaluant l'effet des traitements hormonaux par bloqueurs d'androgènes chez des patients avec un cancer de la prostate (Ulubaev, Lee, Purandare, Pendleton, & Wu, 2009). Les performances à des tâches de vitesse de traitement, d'habiletés visuo-spatiales et de mémoire visuelle sont diminuées lorsque les patients sont chimiquement castrés – engendrant une diminution importante des niveaux de testostérone (Cherrier, Rose, & Higano, 2003; Salminen, Portin, Koskinen, Helenius, & Nurmi, 2004). Un autre exemple serait celui des thérapies à base d'estrogène. Des études ont montré un effet positif des estrogènes sur les habiletés verbales pour les femmes

ménopausées – vivant une diminution des niveaux d’estrogènes – neuro-typiques et celles souffrant de d’Alzheimer (Zec & Trivedi, 2002). De la même façon, les niveaux de testostérone seraient positivement associés à la performance cognitive des hommes âgés, ce qui suppose un effet neuro-protecteur de la testostérone (Holland, Bandelow, & Hogervorst, 2011).

2.1.3 Cycle menstruel

Le cycle menstruel débute lors du premier jours des règles – occasionnées par l’effritement d’une couche de l’endométriome (B. G. Reed & B.R., 2018). Le cycle se divise en deux phases (Treloar, Boynton, Brown, & Behn, 1965) soit, (1) la phase folliculaire qui débute juste après les règles (7-14^{ème} jour) et (2) la phase lutéale qui commence après l’ovulation et se termine au premier jour des menstruations (14-28^{ème} jour) (Farage, Osborn, & MacLean, 2008; Muizzuddin, Marenus, Schnittger, Sullivan, & Maes, 2005). Lors des menstruations et du début de la phase folliculaire, les niveaux de progestérone et d’estrogènes sont relativement bas, ce qui change vers la fin de la phase folliculaire où l’on observe une montée significative des niveaux d’estrogènes (Farage et al., 2008; B. G. Reed & B.R., 2018). Quant aux niveaux de progestérone, ils augmentent durant la phase lutéale jusqu’à atteindre un sommet lors de la mi-phase et ensuite significativement diminuer avec les estrogènes jusqu’à la fin de la phase lutéale (voir Figure 3).

Le cycle menstruel est une composante critique de l’étude des différences sexuelles puisque, d’une part, il est partie intégrante de la vie reproductive des femmes. D’autre part, malgré que les résultats demeurent mitigés, il semblerait que des variations dans certains domaines cognitifs (ex. habiletés verbales, spatiales et reconnaissance des émotions) existent (Hampson, 1990; Macrae, Alnwick, Milne, & Schloerscheidt, 2002; Pletzer et al., 2017; S. C. Reed, Levin, & Evans, 2008), mais aussi sur les comportements sexuels (Caruso et al., 2014; Harvey, 1987) ainsi que les habitudes de sommeil, d’alimentation et d’exercice (Brown, Morrison, Calibuso, &

Christiansen, 2008; S. C. Reed et al., 2008). Par exemple, il semblerait que les femmes performent moins bien à des tâches spatiales et mieux à des tâches verbales et d'habiletés motrices lors de la phase mi-lutéale (Maki, Rich, & Rosenbaum, 2002). De plus, une étude aurait démontré que le cycle menstruel modulerait les stratégies de navigation spatiale des femmes lors de la phase lutéale du cycle, mais qu'aucunes différences n'aient été démontrées pour les habiletés verbales (Scheuringer & Pletzer, 2017).

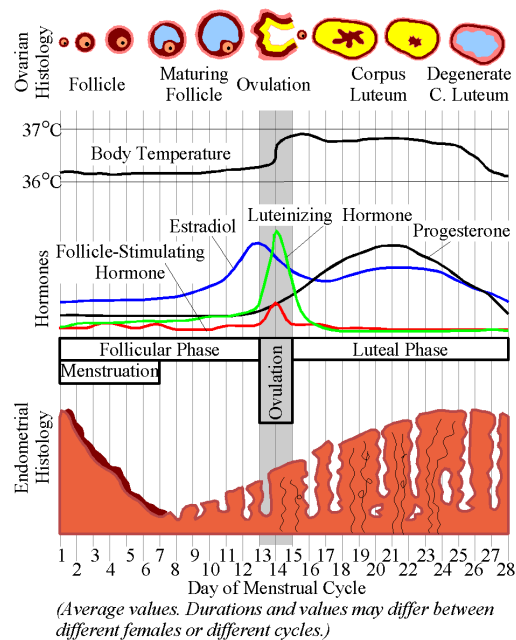


Figure en libre-accès tirée sur la page Wikipédia de l'utilisateur Chris 73.
Accès : <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MenstrualCycle.png>

Figure 3. – (Variations hormonales lors des phases du cycle menstruel)

2.1.4 Contraceptifs oraux (CO)

Succinctement, la prise de CO est un élément tout aussi crucial, surtout puisque c'est la drogue la plus prescrite aux femmes au cours de leur vie reproductive (Black, Yang, Wen, & Al., 2009). Les CO possèdent une incidence directe sur les fluctuations hormonales en bloquant l'ovulation et modifiant les taux d'hormones circulantes (Baird & Glasier, 1993). Les CO se divisent en trois catégories soit, (1) les combinés contenant des estrogènes (i.e. éthinyl estradiol) et de la progestérone (i.e. noréthistérone), (2) ceux ne contenant que de la progestérone et (3) ceux de

longue durée qui sont administrées durant toute la durée du cycle (28 jours) (Baird & Glasier, 1993; Cooper & Mahdy, 2020). Les contraceptifs combinés dits monophasiques possèdent les mêmes concentrations d'éthinyl estradiol et de progestérone, alors que les bi-phasiques divergent dans les niveaux de progestérone à différentes périodes du cycle (Beltz, Hampson, & Berenbaum, 2015). Les CO tri-phasiques quant à eux sont composés de concentrations variables d'estrogènes et de progestérones à tous les moments de prise (Beltz et al., 2015). De plus, il existe quatre générations de CO combinés qui se différencient sur la base du type de progestatif utilisé et sur l'activité androgénique ou anti androgénique (4^{ème} génération) associée (Dhont, 2010; Newton, 1995; Shahnazi et al., 2014).

Ceci étant dit, une étude montre que les femmes prenant des CO et celles naturellement cyclées en phase mi-lutéale avaient de meilleurs scores cognitifs (*Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status*) que les hommes ainsi que femmes en phase folliculaire (Gogos, 2013). Aussi, les femmes performeraient mieux à des tâches de mémoire verbale lors de la phase active de la prise des CO (Mordecai, Rubin, & Maki, 2008), ce qui suggère un effet des contraceptifs sur la cognition. De façon succincte, une étude démontre que les femmes pré-ménopausées ayant pris des contraceptifs oraux sur une longue période de temps ont de meilleures habiletés spatiales et de vitesse de traitement que les femmes n'en ayant jamais pris (Egan & Gleason, 2012). Ceci est central puisque non seulement la prise de CO pourrait influencer la cognition., mais la durée de la prise semble aussi être un facteur à prendre en considération.

2.2 Modèles évolutionnistes

Les perspectives évolutionnistes sont au croisement d'une multitudes de domaines incluant la biologie évolutive, la sociobiologie, la psychologie, la psychoéducation, et l'anthropologie (D. M. Buss & Schmitt, 2011). Ainsi, la psychologie évolutionniste consiste en l'étude du

comportement humain à titre d'héritage de mécanismes évolutionnistes (i.e. biologiques et environnementaux) qui ont opéré durant plusieurs millions d'années et façonnés qui nous sommes aujourd'hui (Confer et al., 2010). L'étude des différences sexuelles dans le fonctionnement cognitif entre dans le champ de la psychologie évolutionniste. Afin de mieux comprendre la nature de ces différences, cette discipline utilise la notion de l'Environnement d'Adaptation Évolutive (EAE) qui fait référence à l'environnement dans lequel nos ancêtres chasseurs-cueilleurs ont évolué durant la période du Pléistocène il y a 1.8 millions d'années (Plusquellec, Paquette, Raymond, & Thomas, 2016). Cependant, cette approche comporte deux grands défis puisque l'environnement dans lequel ces habiletés ont pu être développées nous est inconnu et inaccessible de même qu'il est vraisemblablement très différent de l'environnement actuel. C'est en ce sens que l'hypothèse du « *mismatch* » ou de la disparité adresse cette question (Plusquellec et al., 2016) en stipulant que bien que certains comportements aient pu être adaptatifs par le passé, ils peuvent ne pas l'être dans l'environnement moderne actuel. Ainsi, plusieurs comportements et, dans ce cas, les habiletés cognitives prennent racine dans notre passé évolutif, mais demeurent toujours dépendantes du contexte environnemental qui est, lui-même, changeant.

Ceci étant dit, la psychologie évolutionniste repose sur les concepts Darwiniens fondamentaux de sélection naturelle et sexuelle qui sont des outils cruciaux lorsque l'on cherche à comprendre les différences sexuelles et la CSD.

2.1.1 Sélection naturelle

La théorie de l'évolution par sélection naturelle a été amenée de façon concomitante par Charles Darwin et Alfred Wallace. Elle repose sur l'idée que les traits hérités chez les progénitures de façon génétique par leurs parents, peuvent conduire à différents niveaux d'adaptation, de survie et de reproduction (Darwin, 1859). Autrement dit, posséder des traits génétiques et phylogénétiques

moins adaptatifs diminue les chances de survie d'un individu et donc, induit une reproduction différentielle. Sur de très longues périodes de temps, ceci conduit (1) à l'établissement de traits et/ou comportements adaptatifs qui perdureront de même que (2) le maintien d'exaptations (i.e. des caractéristiques émergeant d'un trait adaptatif mais ne représentant pas un avantage ou un désavantage quelconque) (Confer et al., 2010). De plus, les variations drastiques de l'environnement (ex. catastrophe naturelle) de même que les mutations génétiques aléatoires sont des facteurs de variations majeurs qui influencent potentiellement les chances de survie et de reproduction (Tooby & Cosmides, 1990). Ainsi, les comportements qui sont transmis sont ceux pour lesquels les individus ont trouvé des solutions adaptatives pour survivre en dépit des variations génétiques et défis environnementaux auxquels les individus ont fait face.

2.1.2 Sélection sexuelle

Le deuxième grand concept et peut-être le plus central quand on s'intéresse aux différences sexuelles, avancé plus tardivement par Charles Darwin, est celui de la sélection sexuelle. Elle découle d'une part de l'idée selon laquelle une compétition intra-sexuelle s'opère entre les individus du même sexe pour l'accès aux partenaires sexuels (D. M. Buss, 1995; Darwin, 1871). D'autre part, les partenaires du sexe opposé vont, à leur tour, développer des préférences au niveau des attributs jugés favorables, ce qui conduit à une sélection intersexuelle (D. M. Buss, 1991; Darwin, 1871) et conduirait à un dimorphisme sexuel (i.e. différences comportementales et physiques entre les sexes).

En ajout à cela, les partenaires ont des intérêts divergents en raison de défis adaptatifs différents. En effet, le conflit sexuel découlerait du fait que les hommes ne possèdent pas la certitude de paternité et l'investissement parental des femmes est beaucoup plus important (D. M. Buss, 1995, 2017; Trivers, 1972). Effectivement, l'investissement parental des femmes est

supérieur à celui des hommes (production de gros ovules, durée de la grossesse, accouchement, etc.). Cependant cette tendance peut être inversée chez certaines espèces vivant en milieu aquatique (ex. l'hippocampe) dans lequel ce sont les mâles qui vivent la grossesse (Stolting & Wilson, 2007). Étonnamment, il semblerait que malgré cette contrainte biologique, ce sont tout de même les mâles qui font plus de comportements de compétition que les femelles (Vincent, 1994). Ainsi, en moyenne, le sexe possédant le plus grand investissement parental devient une ressource pour laquelle le sexe opposé entre en compétition afin d'accéder et de maximiser son succès reproducteur (Archer, 2009; Geary, 2006). Ceci expliquerait donc pourquoi des différences psychologiques (ex. motifs de jalousie, critères de choix de partenaires, nombre de partenaires sexuels désirés et tendances vers l'agression) et physiques notables sont observées entre les sexes (Archer, 2009; D. M. Buss, 1991, 1995; D. M. Buss, Larsen, Westen, & Semmelroth, 1992; Schmitt, Shackelford, Duntley, Tooke, & Buss, 2001).

2.1.3 Hypothèses évolutionnistes et CSD

Comprendre la nature des différences sexuelles consiste à se demander quels sont les *mécanismes distaux* favorisant l'émergence et le maintien de ces dernières. Autrement dit, quelle est la fonction biologique des traits observés, « *pourquoi* » les mécanismes proximaux sont bénéfiques à la survie et/ou la reproduction. Notons par ailleurs que les nombreuses similarités trouvées entre les sexes (Hyde, 2005) n'excluent pas l'idée que cela découlerait de mécanismes évolutifs sous-jacents. Effectivement, si les hommes et les femmes sont similaires dans certains domaines, ceci pourrait être expliqué par le fait qu'ils ont fait face à des défis évolutifs similaires et on donc trouvé des solutions adaptatives semblables au cours de leur histoire (D. M. Buss & Schmitt, 2011).

2.1.3.1 Théorie des chasseurs-cueilleurs

Cette théorie a été développée à partir d'observations faites dans les tâches d'habiletés spatiales démontrant que les femmes performaient mieux à des tâches de localisation d'objet sur papier et en trois dimensions (Duff & Hampson, 2001; James & Kimura, 1997). Malgré qu'une étude montre l'opposé (Stoet, 2011), une méta-analyse a corroboré les résultats selon lesquels les femmes localisent mieux les objets (Voyer, Postma, Brake, & Imperato-McGinley, 2007). Cette hypothèse est basée sur le modèle de division sexuelle du travail dans les sociétés de chasseurs-cueilleurs selon lequel les femmes s'occupaient de la cueillette et de l'éducation des enfants pendant que les hommes partaient à la chasse à l'époque du Pléistocène (Eals & Silverman, 1994; Silverman, Choi, & Peters, 2007). Autrement dit, le fait que les deux sexes soient biologiquement différents (i.e. dimorphisme sexuel) et aient fait face à des pressions environnementales différentes (ex. investissement parental) les auraient conduit à occuper des rôles sociaux différents lors de la division sexuelle du travail – adaptation qui serait bénéfique pour les deux partis (Marlowe, 2007).

Ainsi, les habiletés verbales, de localisation d'objet, de mémoire, et de reconnaissance des émotions des femmes feraient écho aux rôles d'enfanter et élever les enfants, rechercher des sources de nourritures, mémoriser et reconnaître leur localisation (Eals & Silverman, 1994; Trofimova, 2015; Wynn, Tierson, & Palmer, 1996). De façon similaire, les habiletés de navigation spatiale, motrices (i.e. lancement d'objets) des hommes seraient celles associées à la chasse (Jones, Braithwaite, & Healy, 2003; Silverman et al., 2007; Watson & Kimura, 1991). Cette hypothèse est possiblement appuyée par le fait que les deux sexes utilisent des stratégies différentes lors de certaines tâches. (Silverman et al., 2007). Les hommes privilégieraient des stratégies d'orientation alors que les femmes utiliseraient des points de repères dans l'espace (Choi & Silverman, 2003; Dabbs, Chang, Strong, & Milun, 1998). Enfin, il semblerait que ces différences d'habiletés et de stratégies utilisées par les sexes soient présentes dans le monde animal, ce qui soutient une thèse

évolutionniste (Silverman et al., 2007). Par exemple, les rats mâles utiliseraient la disposition géométrique de l'environnement afin de naviguer dans l'espace alors que les femelles des points de repères lors de tâches de labyrinthe (Williams, Barnett, & Meck, 1990; Williams & Meck, 1991).

2.1.3.2 La théorie de l'évolution neuro-androgénique (ENA)

L'ENA a d'abord été avancée comme théorie expliquant les différences sexuelles dans les comportements criminels (Ellis, 2001) et ensuite transposé sur la CSD (Ellis, 2011a). C'est une théorie intégrative qui comporte un volet proximal (i.e. neuro-androgénique) et distal (i.e. évolutionniste) (Ellis, 2011b). Elle prend racine dans l'idée que, contrairement aux hommes qui utilisent des stratégies quantitatives, les femmes utilisent une stratégie sexuelle qualitative qui requiert un investissement à long-terme de leur partenaire, ce qui accroît leur succès reproducteur (Ellis, 2006). Ainsi, les femmes choisiraient des partenaires qui seront capables de leur fournir les ressources nécessaires dont elles auront besoin, ce qui permet à ces femmes de maximiser leur succès reproducteur comparativement aux autres femmes (Ellis et al., 2015). De façon analogue, il y a des études qui démontrent que les femmes ont tendance à préférer des partenaires qui possèdent des sources de revenus stables et relativement élevées (D. M. Buss & Schmitt, 1993). En définitive, ceci induit, à travers de multiples générations, une sélection des mâles qui démontrent ces habiletés à être compétitifs, loyaux (i.e. qui sécuriseront ces ressources pour elles et leurs progénitures), mais aussi démontrant des comportements agressifs et victimisants face à autrui de sorte à favoriser l'accès et la défense des ressources (Ellis et al., 2015; Hoskin & Ellis, 2015).

Le second versant majeur de cette théorie se base sur l'idée que les hommes sont exposés à de plus grandes concentrations de testostérone que les femmes, non seulement au cours du développement fœtal, mais aussi au courant de leur vie (Ellis, 2011b). L'ENA avance que l'exposition aux androgènes affecterait le comportement et le fonctionnement cérébral en stimulant

la recherche et la prise de risque et diminuant la sensation de la douleur dans la formation réticulée du tronc cérébral (Ellis, 2011a; Kinomura, Larsson, Gulyas, & Roland, 1996). De plus, une forte exposition aux hormones résulterait en une inversion de la dominance hémisphérique vers le côté droit (i.e. celui typiquement lié la créativité) alors que la majorité des individus présentent une latéralisation cérébrale à gauche, côté associé aux habiletés langagières, verbales et analytiques (Ellis, 2011b; Schluter, Krams, Rushworth, & Passingham, 2001).

Subséquentement, l'exposition à des hauts niveaux d'androgènes lors de périodes critiques du développement influencerait la latéralisation cérébrale, mais aussi les méthodes de raisonnement neurocognitives axées sur le raisonnement spatial (Baron-Cohen et al., 2005; Cohen-Bendahan, Buitelaar, van Goozen, & Cohen-Kettenis, 2004). De plus, cela favoriserait également le développement de comportements de compétition et de prise de risque (Ellis, 2011a; Ellis et al., 2015; Hoskin & Ellis, 2015) ; accroissant de façon significative les chances de posséder des ressources. Ces affirmations trouvent leur sens dans le fait que la testostérone accroîtrait la prise de risque, les comportements antisociaux et le sentiment de contrôle et d'invincibilité des individus (Booth, Granger, Mazur, & Kivlighan, 2006; Dreher et al., 2016; Stanton, Liening, & Schultheiss, 2011). L'ENA permettrait donc d'expliquer une multitude de différences sexuelles du fonctionnement cognitif, mais surtout de nombreuses différences observées dans des troubles de santé mentale tels que la schizophrénie, l'autisme, les trouble de déficit de l'attention et le trouble de personnalité antisociale qui sont plus largement diagnostiqués chez les hommes (Baron-Cohen et al., 2005; Ellis, 2011b; Leung & Chue, 2000; Paris, 2004; Ramtekkar, Reiersen, Todorov, & Todd, 2010).

Chapitre 3 – Perspectives psychosociales

3.1 Variabilité interindividuelle et variables psychosociales

Les approches psychosociales traitent la question de l'étude des différences sexuelles en utilisant une toute autre lentille puisqu'elles possèdent un objectif et une méthode complètement différente dans l'étude de la CSD. D'une part elles font la distinction claire entre la notion de sexe biologique et de genre qui seraient deux construits différents. D'une part, le sexe biologique ferait référence à l'ensemble des influences génétiques, anatomiques, gonadiques et hormonales sur les différences sexuelles (Johnson, Greaves, & Repta, 2007). D'autre part, le genre serait plutôt illustré par les différents rôles, orientations et identités prenant racine dans les influences socio-culturelles (Johnson et al., 2007; Juster et al., 2011).

Selon ces approches, la nature de ces différences serait d'origine sociale, ce qui implique que ces dernières ne seraient pas enracinées dans nos façons d'être, mais plutôt sujettes au changement (Halpern, 2012). C'est, entre autres, l'une des raisons pour lesquelles ces approches sont mises de l'avant par les théories féministes qui voient en les explications neurobiologiques et évolutionnistes une volonté de maintenir un statu quo dans les inégalités sociales (D. M. Buss & Schmitt, 2011). C'est aussi en ce sens qu'a émergé l'hypothèse de similarités entre les sexes stipulant que les sexe partageraient plus de points communs que de différences, et que ces différences en question sont trop petites pour en tenir compte (Hyde, 2005, 2006). Dans le cadre actuel, nous traiterons des approches psychosociales et des variables impliquées, exemptes de tout agenda politique, mais plutôt comme des sources de nombreuses variations interindividuelles et culturelles observées dans la CSD (Reilly, 2012) ainsi que des petites tailles d'effets rapportées dans certaines études (Jancke, 2018).

3.2 Orientation sexuelle et cognition

Bien que cela soit un concept plus complexe à opérationnaliser et à mesurer (Herek & Garnets, 2007; Sell, 1997) qu'il ne le semble, l'orientation sexuelle se définit par l'attraction sexuelle et romantique qu'un individu peut ressentir par rapport au sexe et/ou genre vers lequel cette attraction est dirigée. Bien que la majorité des individus soient hétérosexuels, beaucoup ont vécu des expériences homosexuelles et s'identifient comme homosexuels et/ou bisexuels – ce qui serait plus commun chez les femmes (Bailey et al., 2016; Beltz, Kelly, & Berenbaum, 2020).

Ceci étant dit, il semblerait que l'orientation sexuelle soit une variable ayant une influence sur la CSD, ce qui pourrait entraîner une variabilité significative dans les performances cognitives de chaque sexe (Sanders, Sjodin, & de Chastelaine, 2002), et ce, malgré que certaines études ne répertorient pas de différences (Gladue, Beatty, Larson, & Staton, 1990; Tuttle & Pillard, 1991). En contrepartie, une ligne d'évidences importante suggère que les hommes gais performeraient moins bien que leur comparses hétérosexuels à des tâches d'habiletés spatiales, mais performeraient plutôt de façon similaire aux femmes hétérosexuelles (Collaer, Reimers, & Manning, 2007; McCormick & Witelson, 1991; Rahman, Sharp, McVeigh, & Ho, 2017; Sanders & Wright, 1997). De plus, il semblerait que les hommes gais, comme les femmes, utilisent des stratégies de point de repères dans des tâches de navigation spatiale (Canovas & Cimadevilla, 2011; Rahman, Andersson, & Govier, 2005). Des résultats similaires pour les habiletés verbales démontrent que les hommes gais performeraient mieux que les hommes hétérosexuels à des tâches de fluidité verbale et que les femmes lesbiennes performeraient moins bien que les femmes hétérosexuelles (Rahman, Abrahams, & Wilson, 2003).

En ce qui concerne les femmes lesbiennes, les résultats seraient plus mitigés puisqu'elles sembleraient performer de façon typique à leur sexe dans certaines tâches de fluidité verbale, de

navigation spatiale et d'habiletés spatiales (Canovas & Cimadevilla, 2011; Rahman & Koerting, 2008). Cependant, quelques résultats suggèrent une inversion de sexe dans les performances verbales (Rahman, Abrahams, et al., 2003). De plus, une étude a comparé l'asymétrie cérébrale fonctionnelle (i.e. les différences de latéralisation) d'hommes et de femmes en fonction de leur orientation sexuelle lors d'une tâche verbale en écoute dichotique (Rahman, Cockburn, & Govier, 2008). Les résultats ont démontré une plus grande latéralisation à droite chez les hommes gais comparativement aux femmes hétérosexuelles et pas de différence significative chez les femmes lesbiennes comparativement aux hommes et femmes hétérosexuels. Considérant que la latéralisation varie selon le sexe et qu'il existe donc une asymétrie – les hommes étant, en moyenne, plus latéralisés à droite (McGlone, 1978; Tomasi & Volkow, 2012), ces résultats suggéreraient que les femmes lesbiennes ont un cerveau plus « masculinisé » que les femmes hétérosexuelles puisqu'aucune différence significative n'a été observée (Rahman et al., 2008).

L'hypothèse soutenant cet effet d'inversion de sexe pour les hommes gais et les lesbiennes dans la CSD serait celle d'une exposition à de fortes concentrations d'androgènes lors du développement intra-utérin (Ellis & Ames, 1987; Rahman et al., 2017), ce qui aurait pour effet de moduler l'organisation du cerveau (Bailey et al., 2016). Deux méta-analyses soutiennent cette hypothèse d'exposition aux androgènes puisqu'elles confirment que les résultats diffèrent selon l'orientation sexuelle pour les hommes gais, mais de façon moins claire pour les femmes lesbiennes (Xu, Norton, & Rahman, 2017, 2020).

En ajout à cela, il semblerait que l'orientation sexuelle influencerait les profils hormonaux puisque les femmes lesbiennes et bisexuelles semblent avoir de plus grandes concentrations de testostérone et de progestérone que les femmes hétérosexuelles (Juster et al., 2016). De façon analogue, il semblerait que la réactivité au stress HPS soit aussi modulée en fonction de l'orientation sexuelle (Juster et al., 2015). Effectivement, des évidences empiriques démontrent

que les personnes gaies, lesbiennes et bisexuelles présentent des différences dans les variations quotidiennes de cortisol diurne par rapport aux personnes hétérosexuelles, et que cet effet serait accentué chez les personnes n'ayant pas fait leur « *coming out* » (Juster et al., 2019). Ceci suggère que les variables psychosociales agissent en synergie avec les facteurs biologiques, mais surtout que l'orientation sexuelle est une variable à ne pas négliger dans l'étude des différences sexuelles.

3.3 Le genre et la cognition

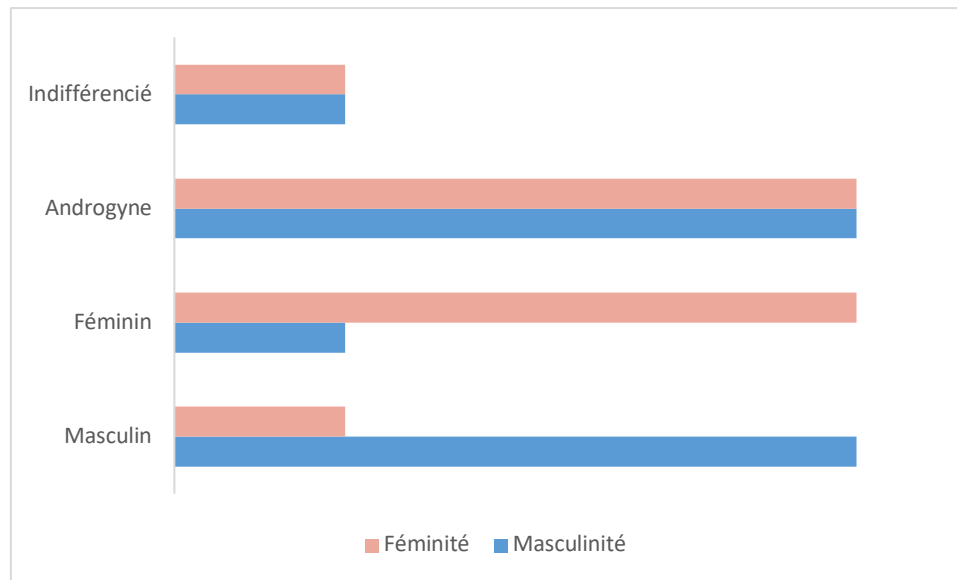
La notion de genre avancée comme construit socio-culturel, d'une part, se dissocie du concept de sexe biologique et, d'autre part, fait référence à l'identification d'un individu par rapport aux comportements, attitudes et caractéristiques sociales typiquement associées à la féminité et à la masculinité (Pryzgodna & Chrisler, 2000). Notons que cela n'est pas une vision dichotomique, mais plus intégrative puisque le genre pourrait aussi se définir comme ce que la culture érige par-dessus les influences biologiques (Crawford, Chaffin, & Fitton, 1995). De plus, le genre se décompose en plusieurs sous-facettes qui incluent l'identité de genre (i.e. identification personnelle à un genre) et les stéréotypes de genre ainsi que les rôles de genre (i.e. attitudes et comportements adoptés en fonction des normes sociales) entre autres.

3.3.1 Théorie des schèmes de genre

La théorie des schèmes de genre a été avancée afin de déterminer de quelle façon les individus développent une identité de genre et adoptent ensuite des rôles de genre dans une société en fonction de la transmission culturelle (S. L. Bem, 1981). Un schéma ferait, dans ce cas, référence à la façon dont les individus observent et collectionnent l'information qu'ils reçoivent de leur environnement (Halpern, 2012). Selon cette conception, les deux sexes internaliseraient et accepteraient les stéréotypes associés à la féminité et à la masculinité bâtissant ainsi leur concept

de soi en fonction des attentes perçues – ce qui les conduirait à adopter et reproduire des comportements cohérents avec le construit de soi (Bem & Lenney, 1976; Crawford et al., 1995; Deaux & Major, 1987). Ainsi, les attentes venant de l’environnement de socialisation direct (ex. les parents, le milieu scolaire) induiraient les enfants à développer des habiletés typiquement féminines ou masculines (Serbin, Zelkowitz, Doyle, Gold, & Wheaton, 1990).

Cependant, l’identification de soi à des rôles de genre peut ne pas se développer de façon binaire chez certaines personnes. En effet, selon cette théorie, la masculinité et la féminité sont conceptualisés de façon dimensionnelle. Ainsi, certains individus peuvent se considérer très masculins et féminins (androgynes) ou pas (indifférencié) conduisant à 4 catégories dans lesquelles les individus peuvent se positionner (S. Bem, 1981). De façon intéressante, l’orientation sexuelle pourrait également interagir avec l’identification à des catégories de genre. En effet, il semblerait même, que les rôles de genre soient inversés chez les hommes gais et les lesbiennes (Juster et al., 2015). En d’autres termes, les hommes gais s’identifieraient comme plus féminins et vice-versa pour les femmes lesbiennes. La Figure 4 représente graphiquement la classification des catégories de rôles de genre selon l’outil développé par Sandra Bem (1976) le *Bem Sex-Role Inventory*. N’en demeure, la théorie des schèmes de genre stipule que l’identification à certains rôles de genre permet à l’individu de créer un sens de cohérence puisqu’il tentera d’agir en cohérence avec les normes sociales associées à son sexe biologique (Maccoby, 1990). De plus l’outil de mesure des rôles de genre (*Bem Sex-Role Inventory*), demeure un outil pertinent ayant grandement influencé la conceptualisation et la mesure des rôles de genre (Lips, 2017; Oswald, 2004) et ce, malgré qu’il ait fait l’objet de critiques partant de l’idée que les rôles de genre évoluent et changent – le rendant ainsi un outil désuet (Donnelly & Twenge, 2017; Street, Kimmel, & Kromrey, 1995).



X : Niveaux des catégories
Y : Types de catégories
Figure 4. – Classification des rôles de genre

3.3.1.1 L'hypothèse de médiation des rôles de genre

L'hypothèse de médiation des rôles de genre a été avancée par Nash (1979). Elle s'inscrit dans la même lignée que celle des schèmes de genre puisqu'elle suggère que l'internalisation de ces normes et stéréotypes de genre, aurait pour effet de moduler ultérieurement dans la vie les performances cognitives des deux sexes (Nash, 1975, 1979; Reilly & Neumann, 2013). Autrement dit, les normes sociales ainsi que les processus de socialisation nous conduiraient à adopter des rôles de genre qui seraient en concordance avec la société ce qui, enfin, modulerait les différences sexuelles observées dans le fonctionnement cognitif et les comportements. Par exemple, il semblerait que les stéréotypes de genre aient des effets néfastes sur la performance académique et cognitive, plus particulièrement des femmes qui auraient internalisé certains d'entre eux (ex. les femmes ne sont pas performantes en mathématiques) (Spencer, Steele, & Quinn, 1999; Steele, 1997).

Ceci est appuyé par des résultats qui démontrent que lorsque les femmes avaient internalisé l'idée que les différences en mathématiques étaient de nature biologique, elles performaient

systematiquement moins bien que celles croyant que ces différences étaient de nature sociale (Darnimrod & Heine, 2006). De façon analogue, des résultats témoigneraient de cet effet de médiation des rôles de genre dans la performance cognitive et académique. Effectivement, une étude réalisée auprès d'enfants a montré que les croyances associées aux stéréotypes féminins et masculins (ex. que les filles sont meilleures en lecture) prédisaient de façon significative les performances dans des tâches de lecture et ce, même en contrôlant pour les variables de sexe et de niveau d'éducation (Dwyer, 1974). Ces résultats ont aussi été répliqués dans une étude montrant que les rôles de genre masculins et féminins modulaient significativement la performance verbale et spatiale (Reilly, Neumann, & Andrews, 2016) et ce, même si des différences entre les sexes avaient été trouvées. Ceci suggère que les rôles de genre seraient un modulateur plus important de la CSD – appuyant ainsi l'hypothèse de Nash (1979). Enfin, une méta-analyse a démontré que les performances à des tâches spatiales et de mathématiques étaient meilleures lorsque l'identification de rôles de genre était élevée en masculinité et faible en féminité (Signorella & Jamison, 1986). Ces résultats supportent l'idée que le genre est une variable psycho-sociale importante à considérer dans l'étude de la CSD.

3.3.2 Socialisation différentielle à l'enfance

Par ailleurs, ces différences issues d'une socialisation différentielle des sexes, prendraient racine dès l'enfance. Effectivement, il semblerait que les enfants, en interagissant avec le monde, le comprendraient et développeraient leur identité au travers d'indices de genre et utiliseraient ensuite cet ensemble d'informations pour déterminer ce qui est approprié et acceptable en fonction de leur identité sexuelle et de genre (Martin & Harlverson, 1983). À titre d'exemple, l'exercice dans des activités masculines qui est plus fortement encouragé chez les garçons (ex. les blocs

Lego® et les camions) stimuleraient le développement des habiletés visuo-spatiales, ce qui conduirait les garçons à mieux performer dans ce type de tâches (Beltz et al., 2020).

Les implications de cette affirmation sont centrales puisque si l'origine des différences est sociale, il est possible, par des processus d'égalisation, de réduire ces différences notamment dans le type d'activités encouragées chez les enfants (Tracy, 1990). Bien que certaines associations soient observées entre la pratique d'activités et le niveau des performances spatiales (Newcombe, Bandura, & Taylor, 1983), certains résultats d'une étude longitudinale avancent tout de même que ce sont les habiletés inhérentes aux deux sexes qui les conduisent à participer à différents types d'activités (ex. jouer avec des poupées ou des camions) (Newcombe & Dubas, 1992). Ainsi, ce serait dans la nature des deux sexes de s'orienter vers certains types d'activités ce qui renforcerait leurs performances ultérieurement.

Chapitre 4 – Article scientifique

4.1 Objectifs et Hypothèses

Dans les précédents chapitres, nous avons déterminé et détaillé la complexité de la CSD de même que la multiplicité des composantes l'influençant. Ainsi, cette étude exploratoire a été conduite afin de déterminer quelles sont les implications des différents facteurs qui pourraient influencer le fonctionnement cognitif. Le *premier objectif* de cette étude consistait à explorer l'étendue des influences biologiques telles que le sexe et les hormones sexuelles ainsi que les facteurs psychosociaux comme l'orientation sexuelle et les rôles de genre sur la cognition. Le *second objectif* de cette étude quant à lui était d'investiguer si et de quelle façon ces différentes variables modulaient conjointement le fonctionnement cognitif. Cette étude comporte donc une visée pilote puisqu'elle tente d'explorer les différents paramètres en jeu dans les différences sexuelles du fonctionnement cognitif. Ultérieurement, ceci permettra de conduire une étude à plus grande échelle qui aura pour objectif de confirmer certaines hypothèses qui découleront des résultats de la présente étude tout en palliant à ses limites.

Cette étude a été conduite auprès d'un échantillon de 87 personnes âgées entre 18 et 45 ans ($M = 24.61$, $SE = 0.61$) issues de diverses orientations sexuelles. Des mesures d'hormones sexuelles, d'orientation sexuelle et de rôles de genre ont été prises lors du paradigme expérimental transversal. Les participants ont dû compléter deux tâches cognitives classiques démontrant de façon constante des différences sexuelles (Kimura, 1992), soit une tâche de fluidité verbale (*Controlled Word Association*) et une de rotation mentale (*Shepard and Metzler*). Par la suite, les participants ont aussi passé un Trier Social Stress test qui est un paradigme permettant d'évaluer la réactivité au stress in induisant un stresser psycho-social dans un contexte de laboratoire (Kirschbaum, Pirke, & Hellhammer, 1993). Les résultats d'une étude publiée avec le même échantillon démontreraient, d'une part, que les profils hormonaux varieraient entre les sexes en

fonction du stress perçu et des variations diurnes de cortisol (Juster et al., 2016). D'autre part, il semblerait également que les hormones sexuelles varient en fonction de l'orientation sexuelle pour les femmes lesbiennes, mais pas pour les hommes gais. En outre, il semblerait aussi que ces mêmes niveaux hormonaux différencieraient entre les sexes en fonction du stress perçu et des variations diurnes de cortisol. Notons par ailleurs que le volet de réactivité au stress consiste en une sous-étude qui a précédemment été analysée et publiée (Juster et al., 2016; Juster, Smith, Ouellet, Sindi, & Lupien, 2013). C'est la raison pour laquelle il ne consiste pas en un objectif central de la présente étude.

Ceci étant dit, nous avons conduit des analyses de manière stratifiée avec à la base les influences biologiques (i.e. le sexe et les hormones sexuelles) en y ajoutant des influences psychosociales (i.e. l'orientation sexuelle et les rôles de genre). De plus, des analyses basées sur l'utilisation de contraceptifs oraux et le cycle menstruel des femmes ont été complétées puisque ces deux facteurs sont centraux aux variations hormonales et sont impliqués dans le fonctionnement cognitif (Warren, Gurvich, Worsley, & Kulkarni, 2014).

La section suivante de ce chapitre est constituée de l'article scientifique présentant l'introduction, la méthode, les analyses ainsi que les résultats de cette étude. Cet article sera soumis pour révision dans le journal scientifique *Acta Psychologica*.

4.2 Article Scientifique

Exploring the Sex and Gender Correlates of Sexually Dimorphic Cognition

Sarah Kheloui^{1,5,6}, Alexandra Brouillard^{2,5}, Mathias Rossi^{1,5,6}, Marie-France Marin^{2,5}, Adrianna Mendrek⁴, Daniel Paquette³, & Robert-Paul Juster^{1,5,6}

1. Department of Psychiatry and Addictology, Université de Montréal, Montreal, Quebec, Canada
2. Department of Psychology, Université du Québec à Montréal, Montreal, Quebec, Canada
3. School of Psychoeducation, Université de Montréal, Montreal, Quebec, Canada
4. Department of Psychology, Bishop's University, Sherbrooke, Québec, Canada
5. Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Montréal
6. Center on Sex*Gender, Allostasis and Resilience

Corresponding author:

Robert-Paul Juster, PhD

Department of Psychiatry and Addictology, Faculty of Medicine, Université de Montréal

Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Montréal

7331 Hochelaga Street, H1N 3V2, Montréal, Québec, Canada

E-mail: robert-paul.juster@umontreal.ca

Abstract

The correlates of sexually dimorphic cognition are yet to be fully understood since many biological and psychosocial variables modulate these cognitive abilities leading to mitigated results in the scientific literature. This study aims to explore the different parameters potentially influencing cognitive abilities acting in synergy. Sex and gender correlates of sexually dimorphic cognition were assessed in a sample of individuals ages 18-45 years ($N=87$) and from diverse sexual orientations. Sex hormones were assessed via saliva samples at four timepoints throughout testing. Gender-roles, sexual orientation and socio-demographics were measured via self-report questionnaires. Participants completed mental rotation and verbal fluency tasks. Men performed better than women at mental rotation, while no significant difference was found for verbal fluency. Significant positive associations were observed between estradiol and word fluency for the naturally cycling women compared to the women using oral contraception. While controlling for sex hormones, a significant interaction effect of sex and gender-roles was identified for mental rotation among masculine women. These exploratory results suggest an effect principally driven by sex and sex hormones on cognitive performance.

Keywords: sexually dimorphic cognition; sex differences; sex hormones; sexual orientation; gender-roles

1. Introduction

Cognitive sex differences in humans have been well documented. And yet even today, this field generates many debates in the scientific literature partly because of the small effect sizes observed (Sherwin, 2003; Weiss, Kemmler, Deisenhammer, Fleischhacker, & Delazer, 2003; Zell, Krizan, & Teeter, 2015). Although controversial, the nature of these sex differences are thought to be driven in part by our evolutionary heritage. According to this hypothesis, human cognition emerged from living in complex and organized hunter-gatherer societies (Dunbar & Shultz, 2007) where men and women faced different environmental pressures. Over time, men and women then developed different cognitive abilities and sex-typed behaviors because they were adaptative (Alexander, 2003; Eals & Silverman, 1994; Silverman, Choi, & Peters, 2007). In this study, we explore the biological sex and socio-cultural gender correlates of sexually dimorphic cognition as the small effect sizes may be due to the multiplicity of modulating factors. The exploratory aspect of this study will lay ground to further shed light on the controversy surrounding cognitive sex differences via a confirmatory research paradigm.

1.1 Sex Differences

Some of the most consistent findings show that men have better mental rotation, computational fluency and navigation abilities than women (Geary, Sauls, Liu, & Hoard, 2000; Jones, Braithwaite, & Healy, 2003; Li & Singh, 2014). By contrast, women perform best in tasks requiring verbal abilities such as verbal memory and fluency as well as fine motor skills, coordination and object location (Kimura, 1992; Kimura & Seal, 2003; Li, 2014). Social cognition also differs by sex as women have better emotional recognition, judge faces more positively and show a preference for children and elderly faces (Proverbio, 2017). They also have better face perceptual abilities and face memory than men (Sommer, Hildebrandt, Kunina-Habenicht, Schacht, & Wilhelm, 2013).

Many studies demonstrate that sex differences in cognitive abilities persist throughout the lifespan. Indeed, the same sex-typed patterns are observed in young individuals and among older adults (Munro et al., 2012). One study determined that within a 10 year period, differences remain similar with men having better visuospatial abilities and women performing better on verbal tasks (de Frias, Nilsson, & Herlitz, 2006). These cognitive sex differences are important to study because of associations with psychological health. Indeed, multiple sex differences emerge in various neuropsychiatric conditions altering cognitive functioning (ex. schizophrenia, autism and bipolar disorder) (Baron-Cohen, Knickmeyer, & Belmonte, 2005; Gogos, Ney, Seymour, Van Rheenen, & Felmingham, 2019; Leung & Chue, 2000) which are also influenced by sex hormone variations (Baron-Cohen et al., 2015; Gogos et al., 2019).

1.2 Sex Hormones and Cognition

Sex hormones are key elements as they have fundamental implications in sexually dimorphic cognition (Hamson, Roes, & Galea, 2016). Sexual differentiation processes that occur during critical periods of fetal development (e.g., between 8th and 24th weeks) expose females and males to different concentrations of androgens which later shape sex specific cognitive abilities (Arnold & Breedlove, 1985; Auyeung et al., 2009; Auyeung et al., 2012; Auyeung, Lombardo, & Baron-Cohen, 2013). These organizational effects are intertwined with activational processes (i.e., circulating levels of sex hormones) that occur throughout puberty and adulthood (Schulz, Molenda-Figueira, & Sisk, 2009; Sisk & Zehr, 2005). Both processes have a synergistic effect that modulates sexually dimorphic abilities (Cohen-Bendahan, van de Beek, & Berenbaum, 2005; Cooke, Tabibnia, & Breedlove, 1999; Kimura & Hampson, 1994; Sanders, Sjodin, & de Chastelaine, 2002).

Due to its cyclical nature, the menstrual cycle also provides important information and variation that seems to influence the association between sex hormones on cognitive functions.

During a normal cycle, naturally cycling women experience high estrogen levels at the end of the follicular phase (e.g., right before ovulation) and concentrations remain relatively high during the luteal phase until reaching their lowest levels at the beginning of a new cycle (Hampson, 1990; Peyrot, Brouillard, Morand-Beaulieu, & Marin, 2020). Progesterone levels remain low during the follicular phase, increase during the luteal phase and rapidly decrease right before menses begins. Interestingly, mental rotation performance is better during the early follicular phase (i.e., low estrogen and progesterone levels) compared to the luteal phase (i.e., relatively high estrogen and progesterone) (Kimura & Hampson, 1994; Phillips & Silverman, 1997; Sherwin, 2003). Similarly, a study observed better verbal memory among the mid-luteal phase group when compared to other phases (Rosenberg & Park, 2002). Moreover, testosterone time fluctuations are an important factor to consider. Indeed, menopausal women experience a surge in testosterone levels which then affects their cognitive performance. Yet, sex typical performance (e.g., verbal memory) is better among women receiving estrogen therapy compared to those who do not (Sherwin, 2005).

More recently, research has begun to assess *oral contraceptives* (OC) as modulators of sexually dimorphic cognition. Four generations of combined oral contraceptives exist and all contain ethynyl estradiol (e.g., synthetic estradiol) which has stronger actions than endogenous estradiol on brain receptors (Dickson & Eisenfeld, 1981; Golobof & Kiley, 2016). OC types and generations vary in the types of used progestins which have a different androgenic actions on brain receptors (Golobof & Kiley, 2016). Although it appears that OC have an impact on various cognitive functions (Gogos, Wu, Williams, & Byrne, 2014; Warren, Gurvich, Worsley, & Kulkarni, 2014), an important number of inconsistencies remain. Mixed findings might be due to the plurality of doses, hormone combinations, and types of hormonal contraception used. For instance, naturally cycling women show lower mental rotation accuracy than androgenic OC users and better accuracy than anti-androgenic OC users (Wharton et al., 2008). For verbal fluency, non-

users and anti-androgenic OC women users showed better performance than androgenic OC users (Beltz, Hampson, & Berenbaum, 2015; Griksiene & Ruksenas, 2011; Wharton et al., 2008). These findings suggest that OC use modulate sexually dimorphic cognition, but their effects that may be influenced by androgenic properties.

Sexually dimorphic cognitive abilities are modulated not only by estrogen but also circulating androgens in both men and women. For instance, testosterone seems to have a facilitating role in rotational tasks in young men (Hooven, Chabris, Ellison, & Kosslyn, 2004). Older men receiving testosterone supplementation showed increased spatial memory abilities compared to those with higher circulating estradiol concentrations who in turn showed better verbal memory scores (Cherrier, Matsumoto, Amory, Ahmed, et al., 2005). Similar results have been observed in another study investigating the effects of testosterone supplementation in the preservation of sexually dimorphic abilities in Alzheimer's patients (Cherrier, Matsumoto, Amory, Asthana, et al., 2005). It is also shown that healthy young women receiving one dosage of testosterone supplementation have increased visuospatial abilities when compared to a placebo group (Aleman, Bronk, Kessels, Koppeschaar, & van Honk, 2004).

1.3 Gender-Roles and Cognition

An important factor that may also influence cognitive abilities is gender socialization. Gender-roles are characterized by one's identification and enactment of feminine and masculine traits and behaviors (Bem, 1974; Bem & Lenney, 1976). Some have argued that sex-typed cognitive performance is strongly modulated by one's gender self-construct and internalized socio-cultural norms (Nash, 1975; Reilly, Neumann, & Andrews, 2016).

According to Nash, gender-role identification has the potential to accentuate sex-typed cognitive performance (Nash, 1979), via socially acceptable attitudes and behaviors associated with each sex. The more cemented one's identification is to their biological sex, the greater the

efforts in making gender-roles congruent and social norms coherent (Keyes, 1983). Gender-role congruence therefore has the potential to modulate the functioning of sexually dimorphic cognition. Nash's hypothesis has been supported by studies that confirm a greater mediating effect of gender-role identification on some cognitive functions (Reilly & Neumann, 2013; Reilly et al., 2016) whereas others studies are mixed. Indeed, one study showed no association between gender-role identification and cognitive performance – sex being the critical factor (Keyes, 1983). Another study demonstrated that this gender-role effect was sex and task dependent, with masculine gender-roles being negatively associated with verbal fluency and androgynous men performing significantly better (Ritter, 2004).

1.4 Sexual Orientation and Cognitive Abilities

Inter-individual variability in sexually dimorphic cognitive performance is also modulated by other variables such as sexual orientation. For instance, some studies report a strong cross-sex shift for gay men in visuospatial, spatial memory and verbal fluency tasks as well as navigation strategies – indicating that gay men perform similarly to heterosexual women (Collaer, Reimers, & Manning, 2007; McCormick & Witelson, 1991; Neave, Menaged, & Weightman, 1999; Peters, Manning, & Reimers, 2007; Q. Rahman, Abrahams, & Wilson, 2003; Qazi Rahman, Wilson, & Abrahams, 2004). One study determined that sexual orientation had an effect on a target motor task but not on a dexterity/manual coordination task suggesting an integration of both male and female typical cognitive performances in gay men (Hall & Kimura, 1995).

Among lesbian women, cognitive performance tends to be sex typical in some domains (e.g., navigation strategies, verbal fluency and spatial memory) showing no differences in comparison to heterosexual women (Q. Rahman, Abrahams, et al., 2003; Q. Rahman, Andersson, & Govier, 2005; Q. Rahman, Wilson, & Abrahams, 2003). A meta-analysis determined that the performance of gay men resembled that of heterosexual women in male and female-dominant tasks (e.g., spatial

cognition and verbal fluency) whereas lesbian women performed similarly to heterosexual men only in male-dominant tasks (e.g., spatial cognition) (Xu, Norton, & Rahman, 2017). These results consolidate a potential cross-sex shift effect that is more strongly reported in gay men and remains unclear for lesbian women.

1.5. Rationale

Therefore, it appears that multiple variables and mixed associations reported in this literature have led to inconsistencies and controversy. Indeed, sex differences are often reported, but the effect sizes are often rather small. Moreover, previous studies generally investigate one factor while ignoring others; however, integrating all parameters would provide complementary information. We conducted an exploratory study to better understand how sexually dimorphic cognition is influenced by biological sex factors (e.g., sex, sex hormones, OC use) as well as socio-cultural gender-roles and sexual orientation by using a transdisciplinary approach. We expected that each sex and gender factor would provide pertinent information in understanding sexually dimorphic cognition.

2. Methods

2.1 Participants

Eighty-seven participants ages 18 to 45 ($M = 24.61 \pm 0.61 SE$) identifying as lesbian or gay (8 women and 20 men), bisexual (13 women and 5 men) and heterosexual (20 women and 21 men) were recruited from Montreal as part of a broader study. Past publications using this sample have focused on stress reactivity of cortisol concentrations (Juster et al., 2015), cardiovascular parameters (Juster et al., 2019), sex hormones (Juster, Almeida, et al., 2016) as well as allostatic load and mental health (Juster, Ouellet, et al., 2016; Juster, Smith, Ouellet, Sindi, & Lupien, 2013). The current analysis is the first to use cognitive measures and new sex hormone data that have not

been formerly published although the same sample was used in previous studies. Sample descriptive statistics can be found in Table 1.

Recruitment was promoted using internet advertisements, liaisons among university community groups, and word of mouth to generate a total pool of 257 prospects. Inclusion criteria were liberal in order to best represent the communities approached as they are often underrepresented in the general population. The main exclusion criteria in this study were medicinal use of synthetic glucocorticoids, medication effecting sex hormones, major health problems (e.g., HIV/AIDS), and severe mental illness. Screening criteria were assessed using a structured interview completed by telephone prior to scheduled participation. Additionally, during screening and testing, women provided information concerning their menstrual cycles (e.g., date of last period, average cycle days) and oral contraceptive use.

2.2. General Protocol

The research ethics board of the Montreal Mental Health University Institute approved this study. Upon a 15-minute study explanation and screening interview via telephone, eligible participants were scheduled for two visits at the Centre for Studies on Human Stress at their convenience. The current study focuses on data collected during an afternoon/evening visit scheduled between 12:00 and 19:00 that lasted two hours. Participants completed two cognitive tasks before they were exposed to a modified version of the Trier Social Stress Test (Kirschbaum, Pirke, & Hellhammer, 1993) with repeated salivary sampling throughout. The TSST is a standardized protocol that provides a stress reactivity measure (e.g. cortisol) in the context of a laboratory induced stressor (Kirschbaum et al., 1993). This paradigm is composed of an anticipatory phase (10 min) and a testing phase (10 min) in which the participants are required to present a speech and perform arithmetic in front of an audience.

Prior laboratory induced stress exposure, we also administered a battery of cognitive tasks including measures of verbal fluency (Controlled Oral Word Association) and mental rotation (Shepard and Metzler). Self-report questionnaires were used to assess sexual orientation (Klein Sexual Orientation Scale) and gender-roles (Bem Sex Role Inventory). In the current analysis, four saliva samples were collected to assess sex hormone concentrations throughout the visit. Upon completion of study requirements and debriefing, participants were compensated with \$50 CAD.

2.3 Measures

2.3.1 Gender-Roles

Gender-roles were measured using the Bem Sex Role Inventory (Bem, 1974) which assesses the participant's self-ratings of stereotyped feminine and masculine traits. The Bem uses a 7-point Likert scale (1 = *never or almost never true*, 7 = *always or almost always true*) composed of 20 masculine, 20 feminine and 20 distracter items on the long version. For example, *assertive* (masculine), *sympathetic* (feminine), and *moody* (neutral) stereotype items are used. Bem originally reported good validity and reliability, with high internal consistency ($\alpha = .82$) and test-retest reliability ($\alpha = .85$) for the long form (Bem, 1981). In this sample, internal consistency for masculinity was moderate (lesbian/bisexual women: $\alpha = .72$; heterosexual women: $\alpha = .83$; gay/bisexual men: $\alpha = .81$; heterosexual men: $\alpha = .81$). As for the femininity sub-scale, Cronbach alpha's were also acceptable (lesbian/bisexual women: $\alpha = .74$; heterosexual women: $\alpha = .75$; gay/bisexual men: $\alpha = .81$; heterosexual men: $\alpha = .80$).

Bem proposed a classification system (Bem, 1977) that consists of ranking attitudes and behaviors on both the femininity and masculinity sub-scales. When compiled, the answers can create four possible groups. First, the masculine group consists of participants that score high on the masculine scale but low on the feminine scale. Second, the feminine group consists of participants that score high on the feminine scale but low on the masculine scale. Third,

undifferentiated group consists of both low masculinity and low femininity. And fourth, the androgynous group consists of both high masculinity and high femininity. It is the androgynous group that Bem proposed would be most adaptive since they can easily alternate among stereotypic gendered behaviors.

2.3.2. Sexual Orientation

Sexual orientation was ascertained using three combined methods: (1) response to one of three separate advertisements searching for either lesbian/gay, bisexual, or heterosexual participants; (2) asking participants their identified sexual orientation in an open-ended manner during telephone screening; and (3) administration of a modified 5-item Klein Sexual Orientation Scale (Klein, Sepekoff, & Wolf, 1990) that uses a 7-point Likert scale to assess “sexual attractions,” “sexual behaviors,” “sexual fantasies,” “lifestyle preference,” and “sexual identity.” The sample’s responses were internally consistent ($\alpha = .98$) and subsequently averaged for the sake of verification. Based on correspondence among these three methods, sexual orientation was coded as “non-heterosexual” (i.e., lesbian, gay, or bisexual) or “heterosexual.” When contrasted, this combined method confirmed self-reported sexual orientation of all participants with perfect correspondence.

2.3.3. Sexually Dimorphic Cognition

2.3.3.1. Mental Rotation

The Shepard and Metzler’s Mental Rotation Task is a measure of mental rotation ability (Shepard & Metzler, 1971). It is composed of line drawings depicting three-dimensional block objects rotated at varying degrees along the horizontal axis. Participants were given three-minutes to identify whether 20 block pairs were the same or whether they were different, with scores ranging from 0 to 20. Shepard and Metzler (1971) originally reported a nearly perfect correlation between the degrees of rotation of each stimulus and the amount of time participants took to

identify matches (Vandenberg & Kuse, 1978). Interestingly, performance is related to testosterone levels with men showing lower response time and error rates when they have higher testosterone concentrations (Hooven et al., 2004).

2.3.3.2. Verbal Fluency

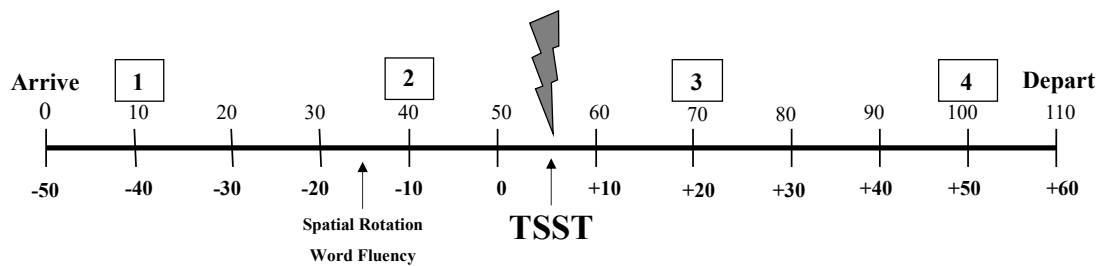
The Controlled Oral Word Association Test (Ekstrom, French, Harman, & Dermen, 1976) was developed by Ekstrom and colleagues (1976) to measure verbal fluency. Participants are given categorical words and then instructed to generate as many words of the same or similar meaning within a time constraint of 1 minute per word. For example, the word clothes would correspond to answers such as jacket, pants, skirt, and so on. This study used the categories *animal*, *fruit*, and *vegetable*, in which participants wrote down all answers for one minute for each word in turn rather than generating them orally. Participants' scores were the number of correct words produced, excluding repetitions and non-category words.

2.3.4. Saliva Collection and Assays

Saliva samples for sex hormones (testosterone, estradiol, and progesterone) were assayed at the following timepoints: (1) -40 min pre-TSST; (2) -10 min pre-TSST prior to anticipation; (3) +20 min post-TSST; and finally (4) +50 min post-TSST. All saliva samples were analyzed at the Centre for Studies on Human Stress (www.humanstress.ca). Prior to assaying each biomarker, frozen samples were brought to room temperature to be centrifuged at 1500xg (3000rpm) for 15 minutes. For testosterone determination, we used an expanded range enzyme immune assay kit (Salimetrics®, State College, PA, Catalogue No. 1-2402) where the lower limit of sensitivity is 1 pg/ml. For estradiol, or more specifically 17 β -estradiol, determination, we used a high sensitivity enzyme immune assay kit (Salimetrics®, State College, PA, Catalogue No. 1-3702) where the range of detection is 1 – 32 pg/ml. For progesterone determination, we used a high sensitivity

enzyme immune assay kit (Salimetrics®, State College, PA, Catalogue No. 1-1502) where the lower limit of sensitivity is 5 pg/ml.

Figure 1. Study timeline. Sampling time points are depicted throughout a two-hour afternoon session involving exposure to the Trier Social Stress Test (TSST). In the current analysis, we assayed four saliva samples to measure sex hormones at Times [1] -40 min, [2] -10 min, [3] +20 min, and [4] +50 min relative to TSST exposure.



2.4. Statistical Analysis

All statistical analyses were conducted using the Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 25 for Macintosh. Preliminary analysis included Pearson bivariate correlations to determine associations between key study variables (e.g., sex, sex hormones, gender-roles, sexual orientation) and sexually dimorphic cognition for the entire sample. We then conducted Pearson bivariate correlations while splitting the analysis by sex to assess potential within-sex differences for all key variables. We computed a mean of sex hormones measures taken at Time 1 and Time 2 together (See Figure 1) because sexually dimorphic cognition was assessed pre-TSST. In the interest of transparency, these preliminary analyses were done to present the descriptives and correlations among our key study variables (see Table 3 and 4).

Main analyses assessing biological sex were divided at two different levels: (1) sex male/female, (2) sex hormones as well as contraceptive use – being a major variability factor. First for sex, independent samples t-tests were used to assess sex differences for mental rotation and

word fluency performance. Subsequently, we conducted a 4 (Time) X 3 (Contraception: users, non-users, men) mixed-model ANOVA to determine whether sex hormones varied through the whole testing paradigm – pre and post TSST while using a between-subjects factor (e.g. contraception). Greenhouse-Geisser correction was used since Mauchly's Test of Sphericity was violated for every analysis (testosterone, estrogen and progesterone). Tukey post-hoc comparisons were used to assess group differences when main effects were observed. Additional analyses dedicated to oral contraception consisted of Pearson correlations split by group (e.g., men, women non-users and women users) since OC is thought to modulate women's cognition relative to naturally cycled women (Griksiene & Ruksenas, 2011).

Secondary analyses were conducted to investigate Nash's hypothesis. We attempted to determine whether psychosocial gender-roles interacted with sex and had an influence on sexually dimorphic cognition. It permitted us to control for sex hormones variability and assess whether there was a gender effect (Juster et al., 2015; Juster, Pruessner, et al., 2016). A two-way ANCOVA was conducted to establish whether mental rotation was modulated by a sex, since men and women differed on mental rotation, and gender-role profile (e.g., masculine, feminine, androgynous, undifferentiated) interaction while controlling for sex hormones variability. Levene's Equality of Error Variances assumption was met ($p = .517$) which permitted us to complete the analysis. To limit the risks of a type II error (Nakagawa, 2004; Perneger, 1998), we did not correct for multiple comparisons when conducting post-hoc comparisons because of the small sample size. Lastly, we conducted one-way analyses of variances for mental rotation and word fluency performance as a function of sexual orientation while disaggregating it by sex to determine if differences existed between sexual orientation groups in a sex-specific fashion.

For each analysis, group numbers and sizes differed based on study variables. For the sex segregated analysis we had two groups (men and women). For the sex hormones and OC analysis,

we had three groups (men, women OC users and women non-users). Then, for gender roles divided by sex we had eight groups. As for the sex divided sexual orientation analysis, we had four groups in total. To balance groups due to disproportionately fewer lesbians and bisexual men, lesbian/gay and bisexual individuals (20 women and 26 men) were combined together and contrasted to heterosexual individuals (20 women and 21 men). This arbitrary decision allowed us to gain more statistical power; however, it must be noted that there are important sub-group differences in non-heterosexual people.

3. Results

3.1 Preliminary Analysis

Sociodemographic characteristics can be found in Table 1. Sex disaggregated descriptive statistics for key study variables are provided in Table 2. We then produced a Pearson correlation matrix to describe the multiple associations between variables of interest for the entire sample in Table 3. Similarly, correlation coefficients and significance thresholds for all key variables can be found separately for men (below the diagonal) and women (above the diagonal) in Table 4. Note that these results are presented to allow the reader to observe how variables are associated and distributed in our sample and to see whether statistical assumptions were met for further analysis. Anecdotally, masculinity was negatively associated to estradiol levels ($r = -.348, p = .001$) as well as progesterone ($r = -.258, p = .017$) for the entire sample. See Table 3.

As for Table 4, it is particularly noteworthy that estradiol was positively correlated with word fluency for women ($r = .408, p = .011$) but not for men ($r = .031, p = .841$). Femininity was also negatively correlated to mental rotation for women ($r = -.347, p = .033$). No other significant associations were found with other variables of interest such as gender-roles and sexual orientation. As a women's menstrual cycle is an important factor that can influence both sex hormones and cognition, we conducted Pearson bivariate correlations in preliminary analysis to

determine whether there was an association between these variables (e.g., menstrual cycle status (follicular = 0, luteal = 1), estrogen, testosterone, progesterone, mental rotation, word fluency).

Results showed no significant associations.

Table 1. Sample sociodemographic statistics based on sex and sexual orientation.

Information	Sample	Lesbian/Bisexual ♀	Heterosexual ♀	Gay/Bisexual ♂	Heterosexual ♂	<i>p</i>
<i>N</i>	87	20	20	26	21	–
Demographic:						
Age, <i>M (SE)</i>	24.61 (0.61)	24.10 (1.34)	25.45 (1.13)	23.77 (0.98)	25.33 (1.47)	0.685
Race/ethnicity:						
White, %	70.1	75.0	55.0	73.1	76.2	0.147
Black, %	5.7	15.0	10.0	0.0	0.0	0.147
Asian, %	12.6	0.0	10.0	23.1	14.3	0.147
Hispanic, %	6.9	0.0	20.0	3.8	4.8	0.147
Arab, %	4.6	10.0	5.0	0.0	4.8	0.147
Occupation:						
Workers, %	34.5	40.0	35.0	23.1	42.9	0.490
Students, %	65.5	60.0	65.0	76.9	57.1	0.490
Working/studying hours/week, <i>M (SE)</i>	28.02 (1.82)	28.40 (3.63)	28.5 (4.38)	29.96 (3.24)	24.91 (3.54)	0.789
Sexual orientation⁴:						
Sexual attractions, <i>M (SE)</i>	3.51 (0.26)	4.75 (0.33)	1.40 (0.15)	5.96 (0.30)	1.29 (0.10)	<0.001
Sexual behaviors, <i>M (SE)</i>	3.34 (0.26)	4.25 (0.44)	1.30 (0.11)	6.00 (0.29)	1.114 (0.8)	<0.001
Sexual fantasies, <i>M (SE)</i>	3.61 (0.26)	5.15 (0.25)	1.65 (0.25)	5.81 (0.32)	1.29 (0.12)	<0.001
Lifestyle preferences, <i>M (SE)</i>	3.37 (0.27)	5.15 (0.44)	1.115 (0.08)	5.54 (0.33)	1.10 (0.07)	<0.001
Sexual identity, <i>M (SE)</i>	3.52 (0.27)	5.05 (0.43)	1.15 (0.08)	6.04 (0.26)	1.19 (0.09)	<0.001

Table 2 . Study variables descriptive statistics for men and women

Sex		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Male	1. Testosterone (Pre-TSST)	46	35.61	142.45	88.14	25.84
	2. Estradiol (Pre-TSST)	46	0.71	4.02	2.17	0.83
	3. Progesterone (Pre-TSST)	46	1.75	143.83	40.05	35.23
	4. Sexual Orientation	47	0	1	.55	.5
	5. Bem Masculinity	46	0	1	.5	.51
	6. Bem Femininity	46	0	1	.52	.51
	7. Mental Rotation	46	7	20	14.87	3.40
	8. Word Fluency	44	8	67	38.80	12
Female	1. Testosterone (Pre-TSST)	39	14.29	118.82	47.93	20.77
	2. Estradiol (Pre-TSST)	39	1.01	5.94	2.40	1.05
	3. Progesterone (Pre-TSST)	39	5.97	232.64	56.45	53.43
	4. Sexual Orientation	39	0	1	.51	.51
	5. Bem Masculinity	39	0	1	.49	.51
	6. Bem Femininity	39	0	1	.54	.51
	7. Mental Rotation Score	38	8	20	13.37	3.36
	8. Word Fluency	38	12	60	39.45	10.02

Table 3. Correlation matrix of study variables for the entire sample.

Variables	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1. Sex	-								
2. Testosterone (Pre-TSST)	-0.651**	-							
3. Estradiol (Pre-TSST)	0.123	0.286**	-						
4. Progesterone (Pre-TSST)	0.183	0.186	0.734**	-					
5. Sexual Orientation	0.040	0.046	0.095	0.197	-				
6. Bem Masculinity	-0.013	-0.157	-0.348**	-0.258*	0.013	-			
7. Bem Femininity	0.017	-0.083	0.108	-0.041	0.125	-0.058	-		
8. Mental Rotation	-0.218*	0.157	-0.154	-0.115	-0.095	0.141	-0.046	-	
9. Word Fluency	0.030	0.073	0.210	0.137	0.079	0.004	0.133	-0.150	-

Pre-TSST represents the mean of Time 1 and Time 2 before exposure to the Trier Social Stress Test (TSST)

† <.10; * p < .05; ** p < .01; *** p < .001

Table 4. Correlation matrix of study variables for men (below the diagonal) and women (above the diagonal).

Variables	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Testosterone (Pre-TSST)		0.600**	0.456**	0.182	-0.019	-0.021	0.081	0.367*
2. Estradiol (Pre-TSST)	0.412**		0.743**	0.007	-0.390*	0.173	-0.214	0.408*
3. Progesterone (Pre-TSST)	0.401**	0.714**		0.204	-0.203	0.016	-0.117	0.173
4. Sexual Orientation	-0.097	0.207	0.228		0.232	0.127	-0.127	-0.072
5. Bem Masculinity	-0.356*	0.310*	-0.345*	-0.175		-0.230	0.292†	-0.150
6. Bem Femininity	-0.146	0.036	-0.125	0.126	0.087		-0.347*	0.185
7. Mental Rotation	-0.019	-0.051	-0.034	-0.099	0.013	0.209		0.030
8. Word Fluency	-0.023	0.031	0.103	0.196	0.118	0.096	-0.273†	

Pre-TSST represents the mean of Time 1 and Time 2 before exposure to the Trier Social Stress Test (TSST)

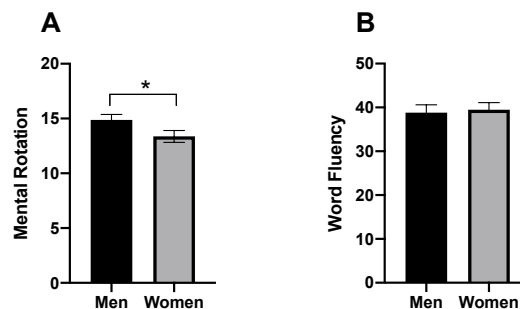
† < .10; * p < .05; ** p < .01; *** p < .001

3.2 Main Analysis

3.2.1 Sex

Independent t-tests were conducted to determine sex differences in mental rotation and word fluency abilities. See Figure 2. Equal variances was observed for mental rotation as the Levene's test for equality of variances attained $p = .845$. Results revealed better mental rotation performance among men ($M = 14.87$, $SD = 3.397$) than women ($M = 13.37$, $SD = 3.356$), $t(82) = 2.027$, $p = .046$, $d = .444$). As for verbal fluency, equal variances were once again observed as $p = .236$ for the Levene's test for equality of variances. Results showed that men's performance ($M = 38.80$, $SD = 12.003$) did not significantly differ from the women's ($M = 39.45$, $SD = 10.021$), $t(80) = -.264$, $p = .792$, $d = .059$.

Figure 2. Sex differences in (A) mental rotation and (B) word fluency with error bars.



$p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

3.2.2 Sex Hormones and Oral Contraceptive

We then conducted an analysis to determine whether group differences exist based on sex hormone concentrations at the four timepoints of the testing paradigm. Moreover, we stratified the analysis by dividing the groups based on the use of oral contraceptives which led us to have three groups in total (1) men, (2) women OC users and (3) women OC non-users.

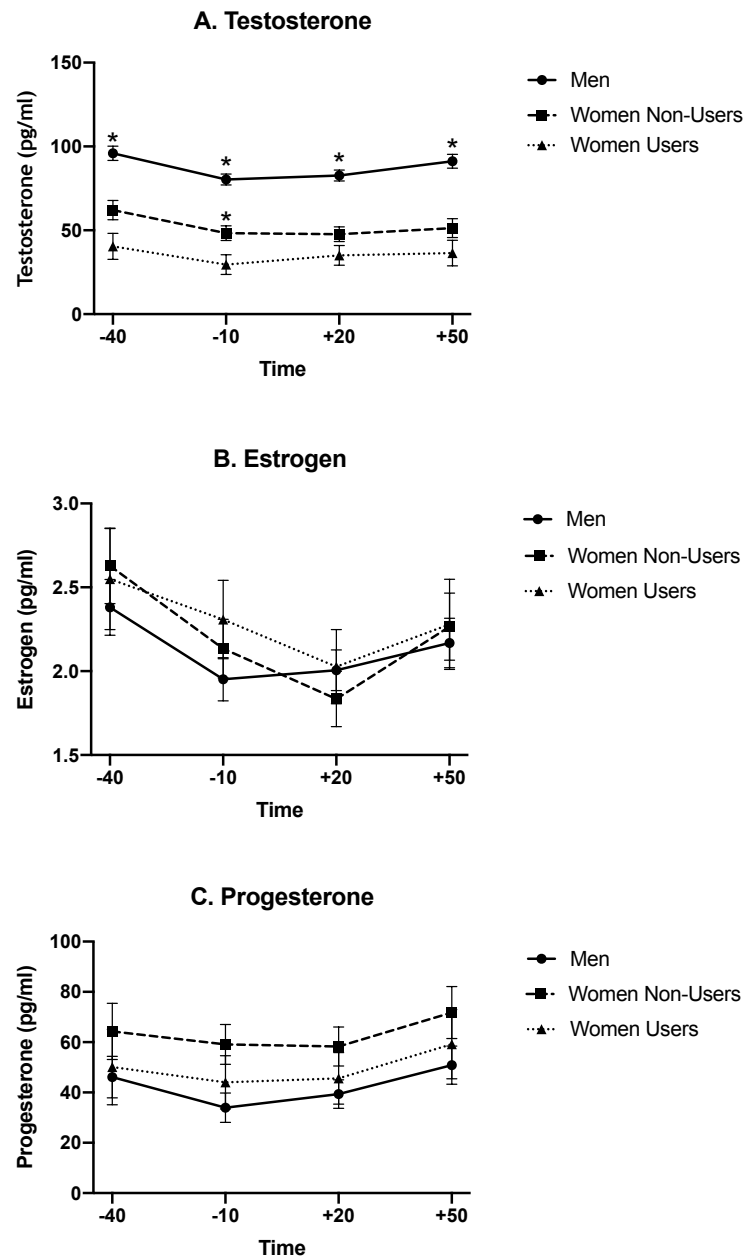
A mixed design (4 X 3) general linear model was used to determine differences in sex hormone levels based on time factor (4 timepoints) as well as oral contraceptive (3 groups). Afterwards, we reconducted the analysis while controlling for body mass index (BMI) that can confound sex hormone values; however, doing so did not change the nature of our results. Results for testosterone levels showed no interaction effect of Time x Contraceptive [$F(5.046, 206.889) = .663, p = .653, \eta_p^2 = .016$]. We then observed a main effect of time [$F(2.523, 206.889) = 9.733, p < .001, \eta_p^2 = .106$]. Pairwise comparisons showed that timepoint 1 ($M = 66.134, SD = 3.541$) significantly differed from both timepoint 2 ($M = 52.738, SD = 2.664$) and 3 ($M = 55.155, SD = 2.666$) but not timepoint 4 ($M = 59.669, SD = 3.461$). No other significant differences was observed. Subsequently, a main effect of oral contraceptive was found [$F(2, 82) = 40.726, p < .001, \eta_p^2 = .498$]. Tukey post-hoc comparisons revealed that men significantly differed from both OC non-users ($M = 35.198, SE = 5.408$) and the OC users ($M = 52.192, SE = 6.644$). However, the OC users did not significantly differ from the OC non-users ($M = 16.994, SE = 7.266$). See Graph A in Figure 3.

Statistical analysis for estradiol levels also revealed no interaction effect of time and contraception [$F(5.315, 217.907) = 1.430, p = .211, \eta_p^2 = .034$]. We then observed a main effect of time [$F(2.657, 217.907) = 15.823, p < .001, \eta_p^2 = .162$]. It appeared that the mean of timepoint 1 ($M = 2.519, SD = .137$) significantly differed from timepoint 2 ($M = 2.131, SD = .107$), 3 ($M =$

1.956, SD = .101) and 4 (M = 2.238, Sd = .122). There was also a significant difference between timepoint 3 and 4. However, contraception presented no significant main effect [$F(2, 82) = .220$, $p = .803$, $\eta p^2 = .005$]. No post-hoc tests were conducted. The results are visually presented in Graph B in Figure 3.

Statistical analysis for progesterone levels revealed no interaction effect of time and contraception [$F(4.492, 184.173) = .176$, $p = .962$, $\eta p^2 = .004$]. Moreover, a main effect was observed for the time factor [$F(2.246, 184.73) = 5.538$, $p < .05$, $\eta p^2 = .063$]. Pairwise comparisons showed a significant difference between timepoints 2 (M = 45.692, SD = 4.837) and 4 (M = 60.617, SD = 6.273) as well as timepoint 4 and 3 (M = 47.770, SD = 4.693). No significant difference was found between timepoint 1 (M = 53.527, SD = 6.823) and other timepoint measures. As for oral contraception, a main effect was observed [$F(2, 82) = 1.934$, $p = .151$, $\eta p^2 = .045$]. No post-hoc tests were further conducted. Graph C in Figure 3.

Figure 3. Sex hormones as a function of time and contraception (A,B,C)



p < .05; ** p < .01; *** p < .001

3.2.3 Oral Contraception

To further explore the influence of contraception and sex hormone variation on sexually dimorphic cognition, we conducted Pearson correlations while splitting the analysis by contraceptive use. As mentioned, we computed a mean of sex hormone levels at Time 1 and Time

2 and did not use Time 3 and Time 4 because participants completed the cognitive tasks pre-TSST (i.e., at 10 and 40 minutes). We then used Fisher's transformation for independent groups to determine whether correlations differed with one another. The results showed higher positive associations between estradiol levels and word fluency ($r = .570, p = .003$) for the naturally cycling women compared to women who were taking OC ($r = .224, p = .462$) and men ($r = .031, p = .841$). The difference between correlations among OC users and non-users was not statistically significant, ($Z = -1.1, p = 0.271$). The difference between men and OC non-users was statistically significant ($Z = -2.33, p = .019$).

3.3 Secondary Analysis

3.3.1 Bem Gender-Role Classification

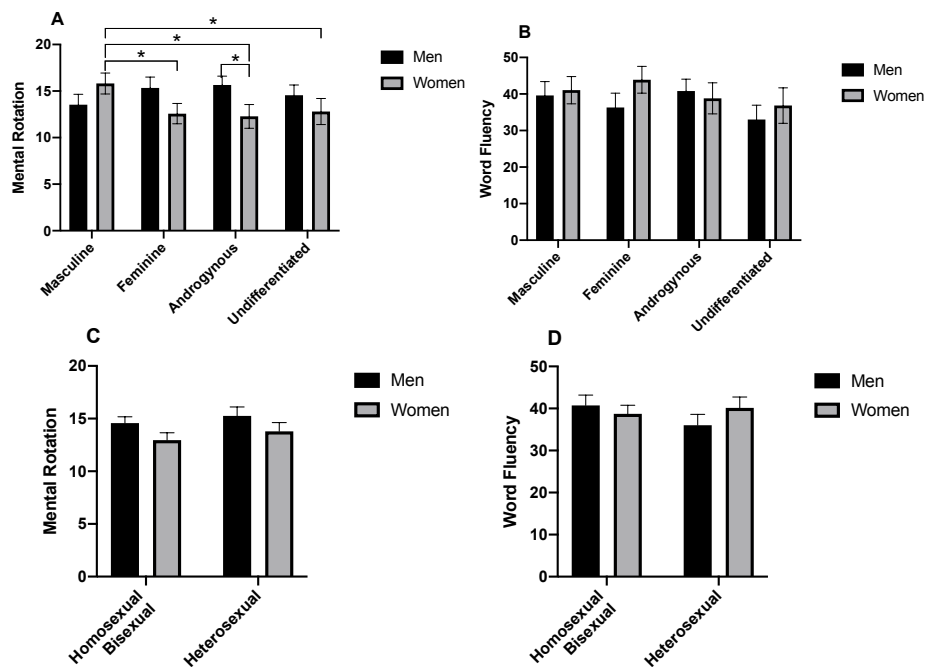
To investigate potential additional effects of psychosocial variables, we conducted a two-way ANCOVA for mental rotation based on gender-roles and sex, while controlling for sex hormones. Results showed no main effect of sex [$F(1,73) = 1.415, p = .238, \eta p^2 = .019$] as well as gender-roles [$F(3,73) = .298, p = .826, \eta p^2 = .012$]. There was a statistically significant interaction between sex and the Bem gender-roles classification on mental rotation [$F(3,73) = 2.948, p = .038, \eta p^2 = .108$]. Observed power was of .677 which denotes a small effect. Group comparisons firstly showed that androgynous men ($M = 15.85, SD = 3.31$) significantly differed from the androgynous women ($M = 12.38, SD = 3.54$) for mental rotation. Moreover, it showed that the masculine women performed significantly better for mental rotation compared to feminine women ($M = 3.235, SD = 1.482$) and androgynous women ($M = 3.532, SD = 1.579$) but not compared to undifferentiated women ($M = 3.007, SD = 1.675$). As for men, no significant gender-role group differences were detected. See Graph A in Figure 4.

For word fluency, no significant main effects of sex [$F(1,82) = .469, p = .496, \eta_p^2 = .007$] and gender-roles [$F(3,82) = .931, p = .430, \eta_p^2 = .038$] were detected. Moreover, there was no statistically significant sex X gender-roles interaction on word fluency [$F(3,82) = .682, p = .566, \eta_p^2 = .028$]. See Graph B in Figure 4. Observed power was of .187 which demonstrates low statistical power.

3.3.2 Sexual orientation

One-way ANOVAs were conducted to explore the potential cognitive differences based on sexual orientation separated by sex. Results (See Graph C in Figure 4) revealed no significant differences for mental rotation in the men's group [$F(1,44) = .438, p = .511, \eta_p^2 = .010$] as well as the women [$F(1,36) = .591, p = .511, \eta_p^2 = .016$]. The observed power for the men's group was .099 and the observed power for women was .116, which indicates low power to detect an effect since the sub-samples were small. Word fluency was also not significant (See Graph D in Figure 4) for either men [$F(1,42) = .1.678, p = .202, \eta_p^2 = .038$] or women [$F(1,36) = .187, p = .668, \eta_p^2 = .005$]. Power observed for men was .244 and power for women was .071, demonstrating again low statistical power.

Figure 4. Gender-roles (A,B) and Sexual orientation mean differences (C,D).



$p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

4. Discussion

The objectives of this study were to explore the biological sex and psychosocial gender correlates of sexually dimorphic cognitive abilities. Consistent with the literature, our results demonstrate that men have better mental rotation scores than women. Differences in hormonal profiles throughout a session involving a psychosocial stressor also appeared when separating women by contraceptive groups by contraceptive use. Moreover, we found an interaction of sex and gender-roles on mental rotation performance with masculine women outperforming other gender-role groups. While our results contribute to disentangle this mixed literature by integrating all potential influences in our analyses, our findings are exploratory and cannot be generalized until further investigation is conducted with larger sample sizes. To determine what sample sizes would be appropriate according to effect sizes guidelines (Cohen, 1988), we provide a table discussing

the required and appropriate sample size for each effect sizes. This will allow us to conduct a better designed research paradigm that will detect effects with higher statistical power. See Table 5.

Table 5. Sample sizes as function of effect sizes

Effect sizes (Cohen, 1988)	Correlations		T-Tests		One-Way ANOVA		Mixed Model ANOVA		ANCOVA	
	<i>R</i>	N	<i>D</i>	N	<i>F</i>	N	<i>F</i>	N	<i>F</i>	N
Small	0.1	782	0.2	1084	0.1	1096	0.1	462	0.03	1495
Medium	0.3	82	0.5	176	0.25	180	0.25	78	0.26	244
Large	0.5	29	0.8	70	0.4	76	0.4	36	0.44	101

Our main results suggest that sexually dimorphic cognition is modulated by many variables and that biological sex seems to have the strongest effects on cognitive differences. Consistent with the literature, we found significant sex differences in spatial rotation abilities with men performing better as previously shown (Voyer, Voyer, & Bryden, 1995; E. Weiss et al., 2003; E. M. Weiss et al., 2003). Moreover, our study also shows that testosterone profiles (and not estradiol or progesterone) appear to be different between men, women OC users and non-users. Even though direct implications were not demonstrated, the nature of these findings suggest that the critical factor implicated in spatial abilities may be sex hormones. These results cannot, however, be directly attributed to the effects of sex hormones alone. Indeed, the main contribution of this study was to show how additional layers of sex and gender variables may also influence sexually dimorphic cognition.

Unexpectedly, testosterone was not directly associated with mental rotation. This absence of significant finding seems to contradict the literature showing that testosterone is positively associated to mental rotation with relatively high effect sizes (Silverman, Kastuk, Choi, & Phillips, 1999). One study even found that testosterone levels during puberty (14 years old) are positively associated with mental rotation performance in adulthood (Vuoksmaa, Kaprio, Eriksson, & Rose,

2012). These results may be partly due to some sample differences. Indeed, the sample size was relatively small and a large proportion of it was from the LGB community. It is also noteworthy that men have the highest testosterone levels and outperform women in mental rotation. This sex difference is however not specifically related to testosterone.

Similarly, men and women did not significantly differ in word fluency which seems rather contradictory to what has been previously reported (Ho et al., 1987; Kimura, 1992). This result may once again partly be due to an over-representation of the LGB community in our sample – gay men generally performing similarly to heterosexual women (Collaer et al., 2007). Another factor could be the type of strategies used by both sexes. It seems that women’s advantage in verbal fluency may be due to them using a between phonemic categories (ex. F, A, S) switching strategy whereas men use a cluster oriented method for each letter – leading to them generating less words (Weiss et al., 2006). However, even the use of these different strategies may be influenced by different methodologies and the instructions given by the administrator – sex differences being inexistent in a neutral administration paradigm where no emphasis was put on some strategy methods (Scheuringer, Wittig, & Pletzer, 2017). Another unexpected result was the one showing an absence of significant groups differences in estradiol levels throughout the experimentation even though women are known to possess significantly higher estradiol concentrations (Ho et al., 1987). This may be explained by the fact that we did not measure estradiol levels in ratio to progesterone which implied that we did not specifically determine estradiol activity. This is a rather important factor since it has been shown that these sex hormones have counter inhibitory and excitatory effects on various neurotransmitter systems (ex. GABA, serotonin, dopamine, glutamate) (Barth, Villringer, & Sacher, 2015). Therefore, a ratio would be needed to prevent this by isolating and contrasting estradiol’s concentrations in regard to progesterone in forthcoming studies.

Subsequently, our results showed significant associations between estradiol and word fluency for women. These results are consistent with the literature showing that verbal abilities are influenced by hormonal variations (Sherwin, 2012). Yet, this remains to be studied further since as not all cognitive domains seem to be influenced by estrogen variations. Indeed, one study found that, sex differences in episodic memory remained, even the sexes matched on their circulating estradiol levels (Yonker, Eriksson, Nilsson, & Herlitz, 2003). This suggests that other factors may be implicated in cognitive sex differences. Moreover, when disaggregating the analysis by OC, we observed stronger correlations between word fluency and estrogen for the naturally cycling women relative to OC users and men. This suggests that oral contraception has a potential implication in modifying cognitive abilities via changing estradiol and progesterone levels. However, naturally cycling women were not tested during the same phase of their menstrual cycle which led us to combine the luteal and follicular phases all together for statistical purposes. This is an important limitation that needs to be better considered in future studies. Considering that OC are one of the most vastly used medications by women during their reproductive life (Rotermann, Sanmartin, Hennessy, & Arthur, 2014), investigating their influence on hormonal fluctuations and cognition needs to be thoroughly investigated and considered in further studies.

In addition, our results showed significant negative associations between masculinity and estradiol as well as progesterone for the entire sample. This is rather interesting as a cross-cultural study found that circulating estradiol was negatively associated with masculinity and positively associated with femininity for both men and women in a US sample but that these associations were not significant in an Austrian sample (Pletzer, Petasis, Ortner, & Cahill, 2015). These correlations may suggest that sex hormones influence gender-role profiles across countries. More importantly, it may demonstrate that biology and socio-cultural influences act in a dynamic fashion in the shaping of gender-role identification.

A sex and gender-role interaction was found among women for mental rotation. Masculine women performed significantly better than feminine, androgynous and undifferentiated women. Moreover, androgynous men significantly performed better than androgynous women at the mental rotation task. This suggests a moderating effect of gender-role identification on sexually dimorphic cognition. As Nash (1979) proposed, masculinity is stereotypically and socially associated with better spatial rotation performance. Thus, individuals identifying themselves as masculine and/or feminine will adopt confirmatory behaviors and attitudes which would influence cognition. Similarly, androgynous people would perform better at some sex-typed cognitive tasks as they are more fluid in the manner in which they self-identify to gender stereotypes. This would potentially explain why we observed differences in mental rotation among the women gender-role groups as well as the androgynous men and women. However, this has to be interpreted with caution as results in the literature remain mixed. Indeed, the effect sizes found in cognitive sex differences remain rather small to the extent that some postulate the sexes are more similar than different (Hyde, 2005, 2014), so further investigation needs to be conducted. Our result is strengthened by our adjustment for sex hormones since this allows us to identify a gender-based effect over and above that otherwise related to biological sex. Moreover, no differences were observed by gender-roles for men.

Sexual orientation was not related to sexually dimorphic cognition in our study. The literature has shown inconsistent findings with regard to sexual orientation, so our results seem to support studies showing no cross-sex shift. Nonetheless, groups based on sexual orientation were rather small which led us to combine bisexual and homosexual men and women within the same groups. This permitted us to gain more statistical power but also may have been a confounder that altered our results or our interpretation which is an important limitation that needs to be addressed in further studies.

4.1 Limitations

Limitations of this study warrant discussion. Significant associations and effects were small to moderate which requires us to remain prudent with our conclusions. For instance, the sub-sample sizes were rather small which makes statistical power low – increasing the chances to make a type II error. Moreover, it is important to note that there were only two cognitive tasks which does not give a proper overview of sexually dimorphic cognitive functioning. Task administration can be a major confounder when assessing cognitive functions creating variability that can occur despite the fact that tests are standardized and have specific directives (Overton, Pihlsgard, & Elmstahl, 2016; Sattler & Theye, 1967). These potential confounders can be attributed to contextual factors (Sattler & Theye, 1967), the sex and ethnicity of the investigator (Marx & Goff, 2005; Ortner & Vormittag, 2011), implicit expectations of the participant's performance (Rosenthal & Fode, 1963), and many more. In the same manner, one additional confounding factor could be that rather than being orally assessed, verbal fluency was assessed via writing which would have impacted performance.

Selection bias is also worth mentioning as this sample is not an accurate representation of the general population (e.g., oversampling of non-heterosexual people). A larger sample size would have allowed us to adjust for confounders related to age and socioeconomic status. Even though it permitted us to gain statistical power, the group combinations of bisexual and gay/lesbians constitutes an important limitation. While many studies have likewise combined non-heterosexual sub-groups according to sex to preserve power, we acknowledge that there are distinctions within sub-groups of the broader LGB community (IOM, 2011).

Methodological considerations such the assessment of menstrual cycle phases must be taken into account when studying sexually dimorphic cognition. Generally, studies use either self-report information or biological indicators (ex. saliva or blood samples that would allow

quantifying estradiol and progesterone levels). However, we postulate that further studies should use both types of measures. This would not only allow for the use of objective data, but it would also help to overcome the lack of standardized cut-points regarding the menstrual cycle length (i.e., early, mid and late phases) and control for inter-individual variability.

Importantly, information regarding the type and generation of OC was not collected which is a limitation that would need to be considered in forthcoming studies. Untangling OC duration intake as well as the history of hormonal contraception is also important to consider. Evidence points, for example, to long lasting effects of natural and synthetic sex hormones on cognitive functions (Egan & Gleason, 2012; Hoekzema et al., 2017; Kantarci et al., 2018). The number of years a woman is undergoing OC can also influence cognitive performance. A longer use of OC has been associated with better performance in visuospatial abilities, executive functions, and verbal memory (Egan & Gleason, 2012; Karim et al., 2016). Collecting more data about hormonal contraception history would help us determine how duration affects women's cognitive performance. Other biological factors must also be considered in further studies such as the age of menarche, pregnancy and menopause which are all important milestones in a woman's reproductive life.

4.2 Future Directions

Considering the limits of this study and the mitigated results from the literature, many questions have yet to be studied and answered comprehensively. Further studies should focus on disentangling the multiplicity of biological and socio-cultural factors implicated in sexually dimorphic cognition with a more extensive battery of tasks. Using a transdisciplinary approach is crucial to a better understanding of cognitive functioning, especially since previous studies rarely study biological or psychosocial factors together. One forthcoming project by our team will attempt to address these questions while rectifying the limitations of the current exploration. Multiple

cognitive domains presenting sex differences (e.g., spatial rotation, verbal fluency, emotional recognition, motor skills) and some that do not (e.g., figural fluency, visual memory) will be assessed. We will be using a larger sample ($N=180$) which will allow us to gain significantly higher statistical power which was lacking in the present study which we determined via an a priori power analysis. Indeed, in order to detect sex effects over and above 10 to 14 additional factors while explaining 10% of the variance at 80% power, a sample size of at least $N=103$ to $N=152$ was needed. Contraceptive use and menstrual status will be assessed more thoroughly (e.g., generation of contraceptive, type, number of OC intake, duration) as it is a critical factor to be controlled for.

In addition, people from gender diverse communities (e.g., transgender, gender queer, gender non-binary) will be included in our study which will shed light on the role gender identity has on sexually dimorphic cognition. This has great empirical potential since there is still a lot to learn about the implications of biological and hormonal mechanisms underlying cognitive processes in synergy with socio-cultural factors.

Understanding the processes underlying cognitive functions in diverse populations will give us great empirical ground to further explore it in other populations where sex and gender variations are believed to influence health and cognition. For instance, conditions such as congenital adrenal hyperplasia (CAH) are well known to influence cognitive performance. CAH occurs when patients are exposed to abnormal levels of androgens during fetal development which then modulates cognitive patterns (Cohen-Bendahan et al., 2005). CAH females are shown to have better mental rotation and spatial abilities than control women, a pattern which resembles men's performance (Hines et al., 2003). Another study demonstrated that females suffering from more severe forms of CAH performed similarly to healthy male participants as well as CAH males on mental rotation tasks (Mueller et al., 2008). However, marked sex differences occurred for female controls and the ones presenting milder forms of CAH when compared to men. Besides, prenatal androgen exposure

is even shown to have masculinizing effects on girls behavior whom tend to play with sex-atypical toys (e.g. trucks, military accessories, etc.) (Berenbaum, Duck, & Bryk, 2000). Thus, understanding sexually dimorphic cognition may further help our understanding of the implications that sex hormones have on cognitive disruptions found in clinical populations (Jannini & Siracusano, 2018).

4.3 Conclusions

In summary, this exploratory study attempted to determine in which manner biological and socio-cultural factors were implicated in cognitive functioning. Our results point out to the fact that sex hormones have a greater implication in cognitive functioning than other variables. Results also showed that oral contraception seems to modify women's hormonal profiles. Whether hormones have a direct implication in sexually dimorphic cognition has yet to be determined. However, our findings provide promising ground on which future research studies can build upon.

Ethical statement

This research project was approved by the Scientific and Ethical Committees of the Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de L'Est-de-l'Île-de-Montréal and was conducted in conformity with the Declaration of Helsinki. Each participant provided written and informed consent prior to participation in this study.

Funding

This project was supported by a grant from the Canadian Institutes of Health Research (CIHR) to S.J. Lupien who held a Senior Investigator Chair on Gender and Mental Health from the Canadian Institute of Gender and Health (Grant No 91039). R.P. Juster holds a CIHR Sex and Gender Science Chair. R.P. Juster and M.-F. Marin receive salary support from the Research Scholar Junior 1 award from the Fonds de Recherche du Québec Santé. S. Kheloui was provided salary support from the Foundation of the Montreal Mental Health University Institute (Institut universitaire en santé mentale de Montréal) and was granted a CIHR Master's Frederick Banting and Charles Graduate Scholarship.

Credit authorship contribution statement

Sarah Kheloui: Formal Analysis, Writing – original draft, Writing – review and editing, Visualization. **Alexandra Brouillard:** Writing – original draft, Writing – review and editing. **Mathias Rossi:** Writing – review and editing. **Marie-France Marin:** Writing – review and editing, Supervision. **Adrianna Mendrek:** Writing – review and editing. **Daniel Paquette:** Writing – review and editing, Supervision. **Robert-Paul Juster:** Conceptualization, Formal analysis, Project administration, Validation, Funding acquisition, Methodology, Supervision, Writing – original draft, Writing – review and editing

Declaration of Competing Interest

The authors have no conflict of interest to declare.

Acknowledgements

We wish to thank Sonia J. Lupien for her mentorship and support throughout this study.

References

- Aleman, A., Bronk, E., Kessels, R. P., Koppeschaar, H. P., & van Honk, J. (2004). A single administration of testosterone improves visuospatial ability in young women. *Psychoneuroendocrinology*, *29*(5), 612-617. doi:10.1016/S0306-4530(03)00089-1
- Alexander, G. M. (2003). An evolutionary perspective of sex-typed toy preferences: pink, blue, and the brain. *Arch Sex Behav*, *32*(1), 7-14.
- Arnold, A. P., & Breedlove, S. M. (1985). Organizational and activational effects of sex steroids on brain and behavior: a reanalysis. *Horm Behav*, *19*(4), 469-498. doi:10.1016/0018-506x(85)90042-x
- Auyeung, B., Baron-Cohen, S., Ashwin, E., Knickmeyer, R., Taylor, K., Hackett, G., & Hines, M. (2009). Fetal testosterone predicts sexually differentiated childhood behavior in girls and in boys. *Psychol Sci*, *20*(2), 144-148. doi:10.1111/j.1467-9280.2009.02279.x
- Auyeung, B., Knickmeyer, R., Ashwin, E., Taylor, K., Hackett, G., & Baron-Cohen, S. (2012). Effects of fetal testosterone on visuospatial ability. *Arch Sex Behav*, *41*(3), 571-581. doi:10.1007/s10508-011-9864-8
- Auyeung, B., Lombardo, M. V., & Baron-Cohen, S. (2013). Prenatal and postnatal hormone effects on the human brain and cognition. *Pflugers Arch*, *465*(5), 557-571. doi:10.1007/s00424-013-1268-2
- Baron-Cohen, S., Auyeung, B., Norgaard-Pedersen, B., Hougaard, D. M., Abdallah, M. W., Melgaard, L., . . . Lombardo, M. V. (2015). Elevated fetal steroidogenic activity in autism. *Mol Psychiatry*, *20*(3), 369-376. doi:10.1038/mp.2014.48
- Baron-Cohen, S., Knickmeyer, R. C., & Belmonte, M. K. (2005). Sex differences in the brain: implications for explaining autism. *Science*, *310*(5749), 819-823. doi:10.1126/science.1115455
- Barth, C., Villringer, A., & Sacher, J. (2015). Sex hormones affect neurotransmitters and shape the adult female brain during hormonal transition periods. *Front Neurosci*, *9*, 37. doi:10.3389/fnins.2015.00037
- Beltz, A. M., Hampson, E., & Berenbaum, S. A. (2015). Oral contraceptives and cognition: A role for ethinyl estradiol. *Horm Behav*, *74*, 209-217. doi:10.1016/j.yhbeh.2015.06.012
- Bem, S. L. (1974). The measurement of psychological androgyny. *J Consult Clin Psychol*, *42*(2), 155-162.
- Bem, S. L. (1977). Utility of Alternative Procedures for Assessing Psychological Androgyny. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *45*(2), 196-205. doi:10.1037//0022-006x.45.2.196
- Bem, S. L. (1981). *Bem Sex-Role Inventory: Professional manual*. Palo Alto, CA : Consulting Psychologists Press.
- Bem, S. L., & Lenney, E. (1976). Sex typing and the avoidance of cross-sex behavior. *J Pers Soc Psychol*, *33*(1), 48-54. doi:10.1037/h0078640
- Berenbaum, S. A., Duck, S. C., & Bryk, K. (2000). Behavioral effects of prenatal versus postnatal androgen excess in children with 21-hydroxylase-deficient congenital adrenal hyperplasia. *J Clin Endocrinol Metab*, *85*(2), 727-733. doi:10.1210/jcem.85.2.6397
- Cherrier, M. M., Matsumoto, A. M., Amory, J. K., Ahmed, S., Bremner, W., Peskind, E. R., . . . Craft, S. (2005). The role of aromatization in testosterone supplementation: effects on

- cognition in older men. *Neurology*, 64(2), 290-296. doi:10.1212/01.WNL.0000149639.25136.CA
- Cherrier, M. M., Matsumoto, A. M., Amory, J. K., Asthana, S., Bremner, W., Peskind, E. R., . . . Craft, S. (2005). Testosterone improves spatial memory in men with Alzheimer disease and mild cognitive impairment. *Neurology*, 64(12), 2063-2068. doi:10.1212/01.WNL.0000165995.98986.F1
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Cohen-Bendahan, C. C., van de Beek, C., & Berenbaum, S. A. (2005). Prenatal sex hormone effects on child and adult sex-typed behavior: methods and findings. *Neurosci Biobehav Rev*, 29(2), 353-384. doi:10.1016/j.neubiorev.2004.11.004
- Collaer, M. L., Reimers, S., & Manning, J. T. (2007). Visuospatial Performance on an Internet Line Judgment Task and Potential Hormonal Markers: Sex, Sexual Orientation, and 2D:4D. *Archives of Sexual Behavior*, 36(2), 177-192. doi:10.1007/s10508-006-9152-1
- Cooke, B. M., Tabibnia, G., & Breedlove, S. M. (1999). A brain sexual dimorphism controlled by adult circulating androgens. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 96(13), 7538-7540. doi:10.1073/pnas.96.13.7538
- de Frias, C. M., Nilsson, L. G., & Herlitz, A. (2006). Sex differences in cognition are stable over a 10-year period in adulthood and old age. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn*, 13(3-4), 574-587. doi:10.1080/13825580600678418
- Dickson, R. B., & Eisenfeld, A. J. (1981). 17-Alpha-Ethinyl Estradiol Is More Potent Than Estradiol in Receptor Interactions with Isolated Hepatic Parenchymal-Cells. *Endocrinology*, 108(4), 1511-1518. doi:DOI 10.1210/endo-108-4-1511
- Dunbar, R. I., & Shultz, S. (2007). Evolution in the social brain. *Science*, 317(5843), 1344-1347. doi:10.1126/science.1145463
- Eals, M., & Silverman, I. (1994). The Hunter-Gatherer Theory of Spatial Sex-Differences - Proximate Factors Mediating the Female Advantage in Recall of Object Arrays. *Ethology and Sociobiology*, 15(2), 95-105. doi:Doi 10.1016/0162-3095(94)90020-5
- Egan, K. R., & Gleason, C. E. (2012). Longer duration of hormonal contraceptive use predicts better cognitive outcomes later in life. *J Womens Health (Larchmt)*, 21(12), 1259-1266. doi:10.1089/jwh.2012.3522
- Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Kit factor-referenced cognitive tasks*. New Jersey: Educational Testing Services.
- Geary, D. C., Saults, S. J., Liu, F., & Hoard, M. K. (2000). Sex differences in spatial cognition, computational fluency, and arithmetical reasoning. *J Exp Child Psychol*, 77(4), 337-353. doi:10.1006/jecp.2000.2594
- Gogos, A., Ney, L. J., Seymour, N., Van Rheenen, T. E., & Felmingham, K. L. (2019). Sex differences in schizophrenia, bipolar disorder, and post-traumatic stress disorder: Are gonadal hormones the link? *Br J Pharmacol*, 176(21), 4119-4135. doi:10.1111/bph.14584
- Gogos, A., Wu, Y. C., Williams, A. S., & Byrne, L. K. (2014). The effects of ethinylestradiol and progestins ("the pill") on cognitive function in pre-menopausal women. *Neurochem Res*, 39(12), 2288-2300. doi:10.1007/s11064-014-1444-6
- Golobof, A., & Kiley, J. (2016). The Current Status of Oral Contraceptives: Progress and Recent Innovations. *Seminars in Reproductive Medicine*, 34(3), 145-151. doi:10.1055/s-0036-1572546

- Griksiene, R., & Ruksenas, O. (2011). Effects of hormonal contraceptives on mental rotation and verbal fluency. *Psychoneuroendocrinology*, 36(8), 1239-1248. doi:10.1016/j.psyneuen.2011.03.001
- Hall, J. A., & Kimura, D. (1995). Sexual orientation and performance on sexually dimorphic motor tasks. *Arch Sex Behav*, 24(4), 395-407.
- Hampson, E. (1990). Variations in sex-related cognitive abilities across the menstrual cycle. *Brain Cogn*, 14(1), 26-43. doi:10.1016/0278-2626(90)90058-v
- Hamson, D. K., Roes, M. M., & Galea, L. A. (2016). Sex Hormones and Cognition: Neuroendocrine Influences on Memory and Learning. *Compr Physiol*, 6(3), 1295-1337. doi:10.1002/cphy.c150031
- Hines, M., Fane, B. A., Pasterski, V. L., Mathews, G. A., Conway, G. S., & Brook, C. (2003). Spatial abilities following prenatal androgen abnormality: targeting and mental rotations performance in individuals with congenital adrenal hyperplasia. *Psychoneuroendocrinology*, 28(8), 1010-1026. doi:10.1016/s0306-4530(02)00121-x
- Ho, K. Y., Evans, W. S., Blizzard, R. M., Veldhuis, J. D., Merriam, G. R., Samojlik, E., . . . Thorner, M. O. (1987). Effects of sex and age on the 24-hour profile of growth hormone secretion in man: importance of endogenous estradiol concentrations. *J Clin Endocrinol Metab*, 64(1), 51-58. doi:10.1210/jcem-64-1-51
- Hoekzema, E., Barba-Muller, E., Pozzobon, C., Picado, M., Lucco, F., Garcia-Garcia, D., . . . Vilarroya, O. (2017). Pregnancy leads to long-lasting changes in human brain structure. *Nat Neurosci*, 20(2), 287-296. doi:10.1038/nn.4458
- Hooven, C. K., Chabris, C. F., Ellison, P. T., & Kosslyn, S. M. (2004). The relationship of male testosterone to components of mental rotation. *Neuropsychologia*, 42(6), 782-790. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.012
- Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. *Am Psychol*, 60(6), 581-592. doi:10.1037/0003-066X.60.6.581
- Hyde, J. S. (2014). Gender Similarities and Differences. *Annual Review of Psychology*, Vol 65, 65, 373-398. doi:10.1146/annurev-psych-010213-115057
- IOM. (2011). *The Health of Lesbian, Gay, Bisexual, and Transgender People: Building a Foundation for Better Understanding*. Washinton, DC: The National Academies Press.
- Jannini, E. A., & Siracusano, A. (2018). *Sexual Dysfunctions in Mentally Ill Patients*. Cham: Springer Nature Springer.
- Jones, C. M., Braithwaite, V. A., & Healy, S. D. (2003). The evolution of sex differences in spatial ability. *Behav Neurosci*, 117(3), 403-411.
- Juster, R. P., Almeida, D., Cardoso, C., Raymond, C., Johnson, P. J., Pfaus, J., . . . Lupien, S. J. (2016). Gonads and strife: Sex hormones vary according to sexual orientation for women and stress indices for both sexes. *Psychoneuroendocrinology*, 72, 119-130.
- Juster, R. P., Doyle, D. M., Hatzenbuehler, M. L., Everett, B. G., DuBois, L. Z., & McGrath, J. J. (2019). Sexual orientation, disclosure, and cardiovascular stress reactivity. *Stress*, 22(3), 321-331. doi:10.1080/10253890.2019.1579793
- Juster, R. P., Hatzenbuehler, M. L., Mendrek, A., Pfaus, J. G., Smith, N. G., Johnson, P. J., . . . Pruessner, J. C. (2015). Sexual orientation modulates endocrine stress reactivity. *Biological Psychiatry*, 77(7), 668-676. doi:10.1016/j.biopsych.2014.08.013
- Juster, R. P., Ouellet, E., Lefebvre-Louis, J. P., Sindi, S., Johnson, P. J., Smith, N. G., & Lupien, S. J. (2016). Retrospective coping strategies during sexual identity formation and current biopsychosocial stress. *Anxiety Stress Coping*, 29, 119-138. doi:10.1080/10615806.2015.1004324

- Juster, R. P., Pruessner, J. C., Desrochers, A. B., Bourdon, O., Durand, N., Wan, N., . . . Lupien, S. J. (2016). Sex and Gender Roles in Relation to Mental Health and Allostatic Load. *Psychosom Med*, *78*(7), 788-804. doi:10.1097/PSY.0000000000000351
- Juster, R. P., Smith, N. G., Ouellet, E., Sindi, S., & Lupien, S. J. (2013). Sexual orientation and disclosure in relation to psychiatric symptoms, diurnal cortisol, and allostatic load. *Psychosom Med*, *75*(2), 103-116. doi:10.1097/PSY.0b013e3182826881
- Kantarci, K., Tosakulwong, N., Lesnick, T. G., Zuk, S. M., Lowe, V. J., Fields, J. A., . . . Miller, V. M. (2018). Brain structure and cognition 3 years after the end of an early menopausal hormone therapy trial. *Neurology*, *90*(16), e1404-e1412. doi:10.1212/WNL.00000000000005325
- Karim, R., Dang, H., Henderson, V. W., Hodis, H. N., St John, J., Brinton, R. D., & Mack, W. J. (2016). Effect of Reproductive History and Exogenous Hormone Use on Cognitive Function in Mid- and Late Life. *J Am Geriatr Soc*, *64*(12), 2448-2456. doi:10.1111/jgs.14658
- Keyes, S. (1983). Sex-Differences in Cognitive-Abilities and Sex-Role Stereotypes in Hong-Kong Chinese Adolescents. *Sex Roles*, *9*(8), 853-870. doi:Doi 10.1007/Bf00289959
- Kimura, D. (1992). Sex differences in the brain. *Sci Am*, *267*(3), 118-125.
- Kimura, D., & Hampson, E. (1994). Cognitive Pattern in Men and Women Is Influenced by Fluctuations in Sex-Hormones. *Current Directions in Psychological Science*, *3*(2), 57-61. doi:DOI 10.1111/1467-8721.ep10769964
- Kimura, D., & Seal, B. N. (2003). Sex differences in recall of real or nonsense words. *Psychol Rep*, *93*(1), 263-264. doi:10.2466/pr0.2003.93.1.263
- Kirschbaum, C., Pirke, K. M., & Hellhammer, D. H. (1993). The 'Trier Social Stress Test'--a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, *28*(1-2), 76-81. doi:119004
- Klein, F., Sepekoff, B., & Wolf, T. J. (1990). Sexual orientation: A multivariable dynamic process. In T. Geller (Ed.), *Bisexuality: A Reader and Sourcebook*: Times Change Press.
- Leung, A., & Chue, P. (2000). Sex differences in schizophrenia, a review of the literature. *Acta Psychiatr Scand Suppl*, *401*, 3-38. doi:10.1111/j.0065-1591.2000.0ap25.x
- Li, R. (2014). Why women see differently from the way men see? A review of sex differences in cognition and sports. *J Sport Health Sci*, *3*(3), 155-162. doi:10.1016/j.jshs.2014.03.012
- Li, R., & Singh, M. (2014). Sex differences in cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Front Neuroendocrinol*, *35*(3), 385-403. doi:10.1016/j.yfrne.2014.01.002
- Marx, D. M., & Goff, P. A. (2005). Clearing the air: The effect of experimenter race on target's test performance and subjective experience. *British Journal of Social Psychology*, *44*, 645-657. doi:10.1348/014466604x17948
- McCormick, C. M., & Witelson, S. F. (1991). A cognitive profile of homosexual men compared to heterosexual men and women. *Psychoneuroendocrinology*, *16*(6), 459-473. doi:[https://doi.org/10.1016/0306-4530\(91\)90030-W](https://doi.org/10.1016/0306-4530(91)90030-W)
- Mueller, S. C., Temple, V., Oh, E., VanRyzin, C., Williams, A., Cornwell, B., . . . Merke, D. P. (2008). Early androgen exposure modulates spatial cognition in congenital adrenal hyperplasia (CAH). *Psychoneuroendocrinology*, *33*(7), 973-980. doi:10.1016/j.psyneuen.2008.04.005
- Munro, C. A., Winicki, J. M., Schretlen, D. J., Gower, E. W., Turano, K. A., Munoz, B., . . . West, S. K. (2012). Sex differences in cognition in healthy elderly individuals. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn*, *19*(6), 759-768. doi:10.1080/13825585.2012.690366

- Nakagawa, S. (2004). A farewell to Bonferroni: the problems of low statistical power and publication bias. *Behavioral Ecology*, *15*(6), 1044-1045. doi:10.1093/beheco/arh107
- Nash, S. C. (1975). Relationship among Sex-Role Stereotyping, Sex-Role Preference, and Sex Difference in Spatial Visualization. *Sex Roles*, *1*(1), 15-32. doi:Doi 10.1007/Bf00287210
- Nash, S. C. (1979). *Sex role as a mediator of intellectual functioning* (M. A. Wittig & A. C. Peterson ed.). New York: Academic Press.
- Neave, N., Menaged, M., & Weightman, D. R. (1999). Sex Differences in Cognition: The Role of Testosterone and Sexual Orientation. *Brain and Cognition*, *41*(3), 245-262. doi:<https://doi.org/10.1006/brcg.1999.1125>
- Ortner, T. M., & Vormittag, I. (2011). Test administrator's gender affects female and male students' self-estimated verbal general knowledge. *Learning and Instruction*, *21*(1), 14-21. doi:10.1016/j.learninstruc.2009.09.003
- Overton, M., Pihlgard, M., & Elmstahl, S. (2016). Test administrator effects on cognitive performance in a longitudinal study of ageing. *Cogent Psychology*, *3*. 10.1080/23311908.2016.1260237
- Perneger, T. V. (1998). What's wrong with Bonferroni adjustments. *British Medical Journal*, *316*(7139), 1236-1238. doi:DOI 10.1136/bmj.316.7139.1236
- Peters, M., Manning, J. T., & Reimers, S. (2007). The Effects of Sex, Sexual Orientation, and Digit Ratio (2D:4D) on Mental Rotation Performance. *Archives of Sexual Behavior*, *36*(2), 251-260. doi:10.1007/s10508-006-9166-8
- Peyrot, C., Brouillard, A., Morand-Beaulieu, S., & Marin, M. F. (2020). A review on how stress modulates fear conditioning: Let's not forget the role of sex and sex hormones. *Behav Res Ther*, *129*, 103615. doi:10.1016/j.brat.2020.103615
- Phillips, K., & Silverman, I. (1997). Differences in the relationship of menstrual cycle phase to spatial performance on two- and three-dimensional tasks. *Horm Behav*, *32*(3), 167-175. doi:10.1006/hbeh.1997.1418
- Pletzer, B., Petasis, O., Ortner, T. M., & Cahill, L. (2015). Interactive effects of culture and sex hormones on the sex role self-concept. *Front Neurosci*, *9*, 240. doi:10.3389/fnins.2015.00240
- Proverbio, A. M. (2017). Sex differences in social cognition: The case of face processing. *J Neurosci Res*, *95*(1-2), 222-234. doi:10.1002/jnr.23817
- Rahman, Q., Abrahams, S., & Wilson, G. D. (2003). Sexual-orientation-related differences in verbal fluency. *Neuropsychology*, *17*(2), 240-246.
- Rahman, Q., Andersson, D., & Govier, E. (2005). A specific sexual orientation-related difference in navigation strategy. *Behav Neurosci*, *119*(1), 311-316. doi:10.1037/0735-7044.119.1.311
- Rahman, Q., Wilson, G. D., & Abrahams, S. (2003). Sexual orientation related differences in spatial memory. *J Int Neuropsychol Soc*, *9*(3), 376-383. doi:10.1017/S1355617703930037
- Rahman, Q., Wilson, G. D., & Abrahams, S. (2004). Sex, sexual orientation, and identification of positive and negative facial affect. *Brain and Cognition*, *54*(3), 179-185. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.01.002>
- Reilly, D., & Neumann, D. L. (2013). Gender-Role Differences in Spatial Ability: A Meta-Analytic Review. *Sex Roles*, *68*(9-10), 521-535. doi:10.1007/s11199-013-0269-0
- Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2016). Sex and sex-role differences in specific cognitive abilities. *Intelligence*, *54*, 147-158. doi:10.1016/j.intell.2015.12.004

- Ritter, D. (2004). Gender role orientation and performance on stereotypically feminine and masculine cognitive tasks. *Sex Roles, 50*(7-8), 583-591. doi:DOI 10.1023/B:SERS.0000023077.91248.f7
- Rosenberg, L., & Park, S. (2002). Verbal and spatial functions across the menstrual cycle in healthy young women. *Psychoneuroendocrinology, 27*(7), 835-841.
- Rosenthal, R., & Fode, K. L. (1963). Psychology of the Scientist .5. 3 Experiments in Experimenter Bias. *Psychological Reports, 12*(2), 491-511. doi:DOI 10.2466/pr0.1963.12.2.491
- Rotermann, M., Sanmartin, C., Hennessy, D., & Arthur, M. (2014). Prescription medication use by Canadians aged 6 to 79. *Health Rep, 25*(6), 3-9.
- Sanders, G., Sjodin, M., & de Chastelaine, M. (2002). On the elusive nature of sex differences in cognition: hormonal influences contributing to within-sex variation. *Arch Sex Behav, 31*(1), 145-152.
- Sattler, J. M., & Theye, F. (1967). Procedural Situational and Interpersonal Variables in Individual Intelligence Testing. *Psychological Bulletin, 68*(5), 347-&. doi:DOI 10.1037/h0025153
- Scheuringer, A., Wittig, R., & Pletzer, B. (2017). Sex differences in verbal fluency: the role of strategies and instructions. *Cogn Process, 18*(4), 407-417. doi:10.1007/s10339-017-0801-1
- Schulz, K. M., Molenda-Figueira, H. A., & Sisk, C. L. (2009). Back to the future: The organizational-activational hypothesis adapted to puberty and adolescence. *Horm Behav, 55*(5), 597-604. doi:10.1016/j.yhbeh.2009.03.010
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science, 171*(3972), 701-703.
- Sherwin, B. B. (2003). Estrogen and cognitive functioning in women. *Endocr Rev, 24*(2), 133-151. doi:10.1210/er.2001-0016
- Sherwin, B. B. (2005). Surgical menopause, estrogen, and cognitive function in women: what do the findings tell us? *Ann N Y Acad Sci, 1052*, 3-10. doi:10.1196/annals.1347.001
- Sherwin, B. B. (2012). Estrogen and cognitive functioning in women: lessons we have learned. *Behav Neurosci, 126*(1), 123-127. doi:10.1037/a0025539
- Silverman, I., Choi, J., & Peters, M. (2007). The hunter-gatherer theory of sex differences in spatial abilities: data from 40 countries. *Arch Sex Behav, 36*(2), 261-268. doi:10.1007/s10508-006-9168-6
- Silverman, I., Kastuk, D., Choi, J., & Phillips, K. (1999). Testosterone levels and spatial ability in men. *Psychoneuroendocrinology, 24*(8), 813-822. doi:10.1016/s0306-4530(99)00031-1
- Sisk, C. L., & Zehr, J. L. (2005). Pubertal hormones organize the adolescent brain and behavior. *Front Neuroendocrinol, 26*(3-4), 163-174. doi:10.1016/j.yfrne.2005.10.003
- Sommer, W., Hildebrandt, A., Kunina-Habenicht, O., Schacht, A., & Wilhelm, O. (2013). Sex differences in face cognition. *Acta Psychol (Amst), 142*(1), 62-73. doi:10.1016/j.actpsy.2012.11.001
- Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Percept Mot Skills, 47*(2), 599-604. doi:10.2466/pms.1978.47.2.599
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychol Bull, 117*(2), 250-270.
- Vuoksimaa, E., Kaprio, J., Eriksson, C. J., & Rose, R. J. (2012). Pubertal testosterone predicts mental rotation performance of young adult males. *Psychoneuroendocrinology, 37*(11), 1791-1800. doi:10.1016/j.psyneuen.2012.03.013

- Warren, A. M., Gurvich, C., Worsley, R., & Kulkarni, J. (2014). A systematic review of the impact of oral contraceptives on cognition. *Contraception, 90*(2), 111-116. doi:10.1016/j.contraception.2014.03.015
- Weiss, E., Siedentopf, C. M., Hofer, A., Deisenhammer, E. A., Hoptman, M. J., Kremser, C., . . . Fleischhacker, W. W. (2003). Sex differences in brain activation pattern during a visuospatial cognitive task: a functional magnetic resonance imaging study in healthy volunteers. *Neuroscience Letters, 344*(3), 169-172. doi:10.1016/S0304-3940(03)00406-3
- Weiss, E. M., Kemmler, G., Deisenhammer, E. A., Fleischhacker, W. W., & Delazer, M. (2003). Sex differences in cognitive functions. *Personality and Individual Differences, 35*(4), 863-875. doi:Doi 10.1016/S0191-8869(02)00288-X
- Weiss, E. M., Ragland, J. D., Brensinger, C. M., Bilker, W. B., Deisenhammer, E. A., & Delazer, M. (2006). Sex differences in clustering and switching in verbal fluency tasks. *J Int Neuropsychol Soc, 12*(4), 502-509. doi:10.1017/s1355617706060656
- Wharton, W., Hirshman, E., Merritt, P., Doyle, L., Paris, S., & Gleason, C. (2008). Oral contraceptives and androgenicity: influences on visuospatial task performance in younger individuals. *Exp Clin Psychopharmacol, 16*(2), 156-164. doi:10.1037/1064-1297.16.2.156
- Xu, Y., Norton, S., & Rahman, Q. (2017). Sexual orientation and neurocognitive ability: A meta-analysis in men and women. *Neurosci Biobehav Rev, 83*, 691-696. doi:10.1016/j.neubiorev.2017.06.014
- Yonker, J. E., Eriksson, E., Nilsson, L. G., & Herlitz, A. (2003). Sex differences in episodic memory: minimal influence of estradiol. *Brain Cogn, 52*(2), 231-238. doi:10.1016/s0278-2626(03)00074-5
- Zell, E., Krizan, Z., & Teeter, S. R. (2015). Evaluating Gender Similarities and Differences Using Metasynthesis. *American Psychologist, 70*(1), 10-20. doi:10.1037/a0038208

Chapitre 5 – Discussion

5.1 Résumé des résultats

Cette étude de Maitrise a tenté de déterminer l'étendue de l'influence des facteurs biologiques et psychosociaux dans le fonctionnement cognitif sexuellement dimorphique. De plus, elle cherchait à déterminer si les hormones sexuelles, l'orientation sexuelle et les rôles de genre possédaient une influence conjointe dans la façon dont ces variables moduleraient la cognition. D'abord, nos résultats démontrent que les hommes performant significativement mieux que les femmes à la tâche de rotation mentale – résultats qui ont été maintes fois reproduits dans la littérature illustrant de façon constante un avantage masculin (Levine et al., 2016; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995). Succinctement, nos résultats démontrent que les niveaux d'hormones sexuelles varient à travers le temps lorsque les groupes étaient séparés sur la base de l'utilisation de contraceptifs oraux – créant ainsi trois groupes (hommes, femmes utilisant des CO et femmes n'utilisant pas de CO). En ajout à cela, des corrélations positives et significatives ont été trouvées entre la fluidité verbale et les niveaux d'estradiol pour les femmes n'utilisant pas de CO. Bien que des corrélations n'indiquent en rien la direction de cette association, il semblerait que les contraceptifs oraux aient une incidence sur la cognition des femmes. De plus, un faible effet d'interaction a été démontré entre les variables de sexe et de rôles de genre sur la performance cognitive seulement chez les femmes s'identifiant comme masculines. Ceci suggère une modulation de la CSD par les rôles de genre. En contrepartie, ces résultats nécessitent une investigation plus profonde et étendue puisqu'ils ne demeurent qu'exploratoires.

5.1.1 Variables biologiques et cognition

5.1.1.1 Hormones sexuelles

Nos résultats ont démontré un effet de sexe dans la performance de rotation mentale. Effectivement, les hommes ont mieux performé que les femmes. N'en demeure, il est nécessaire

de mentionner que ceci ne serait pas seulement attribué au sexe. Effectivement, des hypothèses récentes suggèrent que cet avantage masculin serait dû à la nature du stimulus plutôt qu'un avantage basé uniquement sur la biologie (Fisher, Meredith, & Gray, 2018) ou encore au type de stratégies utilisé (Hegarty, 2018). Ceci serait appuyé par une étude récente évaluant les mouvements oculaires lors d'une tâche de rotation mentale complétée à l'ordinateur (Toth & Campbell, 2019). Les résultats ont démontré une absence de différences sexuelles pour une tâche de rotation mentale, mais une différence au niveau des patrons de mouvements oculaires chez les hommes et les femmes qui seraient donc fortement associés aux performances cognitives.

En ajout à cela, nos résultats ont démontré des différences significatives dans les concentrations de testostérone lorsque les groupes étaient divisés en fonction de l'usage de CO. Ceci pourrait illustrer un effet important des hormones sexuelles dans le fonctionnement cognitif. Cependant, ces résultats sont naissants et inconstants puisque, par exemple, la testostérone n'était pas positivement corrélée à la rotation mentale, ce qui semble contradictoire à ce qui a été démontré (Silverman, Kastuk, Choi, & Phillips, 1999). En ce qui concerne les niveaux d'estradiol et de progestérone, les résultats ne se sont pas avérés significativement différents pour les trois groupes (hommes, femmes utilisant des CO et femmes n'utilisant pas de CO). Le fait que les hommes et les femmes ne diffèrent pas au niveau de l'estradiol est assez surprenant considérant que les femmes ont significativement plus d'estrogènes que les hommes. Cependant, les mesures d'estrogènes que nous possédons sont des mesures d'estradiol salivaire, ce qui ne dresse pas un portrait complet de l'activité enzymatique métabolisant les androgènes en estrogènes puisqu'il existe d'autres classes d'estrogènes (voir Tableau 1) (Delchev & Georgieva, 2017).

5.1.1.2 Contraceptifs oraux et cycle menstruel

En ajout à cela, la fluidité verbale était positivement associée aux concentrations d'estradiol pour les femmes naturellement cyclées, mais pas pour les femmes utilisant des CO. Ceci suggère potentiellement que les femmes prenant des contraceptifs oraux voient leurs profils hormonaux changés, ce qui aurait une incidence sur le fonctionnement cognitif – résultat constant avec plusieurs évidences empiriques (Griksiene & Ruksenas, 2011; Mordecai et al., 2008). N'en demeure, nous n'avons pas testé toutes les femmes lors de la même phase du cycle menstruel ce qui constitue une limite importante qui se doit d'être prise en considération dans de futures études. De plus, ces résultats ne sont que corrélationnels et nécessitent une étude plus approfondie qui tiendra compte des générations de contraceptifs puisque les différentes générations varient dans leurs propriétés androgéniques (Shahnazi et al., 2014). Non seulement cela, la durée de la prise de contraceptifs est un facteur crucial à prendre en considération puisqu'il semblerait posséder des effets à long-terme sur la CSD des femmes (Egan & Gleason, 2012).

En ce qui concerne le cycle menstruel, les résultats n'étaient pas significatifs. Effectivement, la performance des femmes aux tâches cognitives ne variait pas en fonction de la phase du cycle menstruel, ce qui est contradictoire avec certains résultats démontrant de significatives, mais relativement petites tailles d'effet (Hampson, 1990). Cependant, ceci pourrait s'expliquer par la taille de l'échantillon qui, lorsque divisé par phases de cycle, engendrait de petits groupes – influençant ainsi la puissance. En outre, la façon dont nous avons mesuré le cycle menstruel aurait pu également influencer les résultats. Effectivement, des mesures auto-rapportées ont été utilisées, ce qui constitue une source de variation importante. Ainsi, il serait préférable d'utiliser des mesures physiologiques (ex. échantillons de sang) en ajout aux mesures subjectives, ce qui fournirait de l'informations complémentaires et ainsi une estimation plus exacte de la phase du cycle menstruel (Shirtcliff, Reavis, Overman, & Granger, 2001).

5.1.2 Variables psychosociales et cognition

5.1.2.1 Orientation sexuelle

Les résultats pour la CSD en fonction de l'orientation sexuelle ne se sont pas avérés significatifs. Ainsi, nos résultats ne supportent pas l'hypothèse d'une inversion des performances cognitives basée sur l'orientation sexuelle (Rahman, Abrahams, et al., 2003; Rahman, Wilson, & Abrahams, 2003). Cependant, selon une étude publiée précédemment avec l'échantillon actuel, les niveaux d'hormones sexuelles variaient selon l'orientation sexuelle des participants (Juster et al., 2016). Ceci pourrait indiquer qu'il existe bel et bien des différences entre les groupes en fonction de cette variable – soutenant ainsi l'hypothèse d'une inversion. Ces résultats non-significatifs pourraient donc s'expliquer par la taille de l'échantillon (N=87) qui était relativement petit et lorsque divisé en fonction de l'orientation sexuelle, conduisait à de très petits groupes et donc peu de puissance statistique. Effectivement, nous avons combiné les personnes gaies/lesbiennes avec les bisexuelles de sorte à maintenir une certaine puissance. Il serait donc nécessaire de reproduire ces résultats avec un échantillon d'une plus grande envergure.

5.1.2.2 Rôles de genre

Nous n'avons pas démontré d'effet des rôles de genre sur les performances cognitives des participants. En contrepartie, un effet d'interaction de sexe et de rôles de genre a été observé pour la tâche de rotation mentale. En effet, bien que cet effet statistique demeure relativement faible, il semblerait que les femmes s'identifiant comme masculines performant mieux à la tâche de rotation mentale que les femmes s'identifiant comme féminines, indifférenciées et androgynes. De plus, les hommes androgynes semblaient significativement mieux performer à la tâche de rotation mentale que les femmes androgynes. Ceci pourrait indiquer un effet modulateur des rôles de genre sur les performances cognitives corroborant ainsi l'idée que les variables psychosociales influencent la

CSD et interagissent de façon dynamique avec le sexe biologique. En effet, selon Nash (1979), il semblerait que chaque individu adopte des comportements sociaux confirmatoires par rapport à son sexe améliorant ainsi leurs performances cognitives. Il en va de même pour les personnes androgynes qui, étant plus à l'aise de naviguer entre différents rôles de genre, performeraient également mieux à certaines tâches cognitives (Nash, 1979). Pourtant, nos résultats n'étaient pas significatifs pour les hommes qui s'identifient masculins malgré que la théorie de Nash (1979) prédit que la cohérence entre le rôle de genre (masculin) et le sexe (mâle) conduirait ces hommes à mieux performer que d'autres. De façon analogue, les résultats n'étant pas significativement différents et les effets étant relativement petits pour la fluidité verbale chez les femmes s'identifiant comme féminines, ceci semble contredire les prémisses de l'hypothèse des rôles de genre. C'est la raison pour laquelle cette hypothèse mérite une enquête plus approfondie et répétée avec un plus grand échantillon en incluant un plus grand nombre de domaines cognitifs.

5.2 Nature, culture et évolution culturelle

La controverse des différences sexuelles du fonctionnement cognitif existant dans la communauté scientifique pourraient se résumer par le débat philosophique de la dualité entre la nature et de la culture (Sherry, 2004). Cette question fondamentale s'est ensuite transposée dans l'étude des différences sexuelles du comportement humain et *de facto*, du fonctionnement cognitif. Ainsi, plusieurs chercheurs ont tenté de déterminer l'origine et l'envergure de ces différences sexuelles. D'une part, le camp prônant l'importance du déterminisme biologique prend racine dans les théories évolutionnistes qui présentent les différences sexuelles comme le résultat d'une évolution naturelle et sexuelle lentes – ponctuées par divers défis environnementaux (D. M. Buss & Schmitt, 2011; Darwin, 1859, 1871; Sherry, 2004). D'autre part, les courants constructivistes et féministes émergeant dans les années 60, défendent la prédominance de la culture et de la

socialisation comme facteur causal dans les différences sexuelles reléguant ainsi les influences biologiques au second plan (Eagly, Eaton, Rose, Riger, & McHugh, 2012). Ceci a, entre autres, induit un bon nombre de théories telles que celle du genre comme concept d'origine socio-culturelle. Aujourd'hui, les désaccords demeurent et les perspectives évolutionnistes sont encore largement critiquées par les approches psychosociales (David M. Buss & von Hippel, 2018). Cependant, un courant émerge postulant l'importance d'étudier les différences sexuelles de façon beaucoup plus intégrative et unifiée. En effet, il est avancé que les influences seraient multiples et face à un phénomène d'étude aussi complexe que les différences sexuelles chez l'humain, chaque approche bénéficierait l'une de l'autre (Davis, 2020). Ces deux facteurs seraient non plus en dualité, mais plutôt en synergie et s'alimenteraient de façon continue par le biais de processus dynamiques. Le débat aurait donc perdu tout son sens puisqu'il est admis, aujourd'hui, que la science se doit d'avancer en utilisant des approches interdisciplinaires abordant ainsi les aspects biologiques et culturels (Eagly & Wood, 2013) et respectant l'idée qu'il existe une relation bidirectionnelle.

Une théorie particulièrement intéressante permettant d'illustrer cette idée d'intégration de la nature et la culture, est celle selon laquelle il n'existerait pas seulement une évolution naturelle, mais aussi une évolution culturelle. Cette hypothèse postule que les mécanismes d'évolution biologiques se transposent aux mécanismes de transmission culturelle des sociétés permettant une complexification et ramification de la culture à travers le temps (Mesoudi, Whiten, & Laland, 2006). Ainsi, la culture changerait à travers les époques subissant des modifications par le biais de la transmission sociale du langage, du savoir, des traditions, des attitudes et des comportements – faisant de la culture un mécanisme d'adaptation de façon analogue à l'évolution naturelle (Henrich & McElreath, 2003). L'unité de transmission fondamentale de la culture serait le « *meme* » au même titre que le gène serait celui de l'évolution (Dawkins, 1989).

Plus spécifiquement, les mèmes continueraient de se transmettre et se répliquer, à la manière des gènes, par des comportements d'observation et d'imitation entre les individus. Autrement dit, les individus reproduisant les comportements d'autrui, induiraient, à leur tour, des répétitions de comportements chez d'autres, ce qui caractérise la mémétique (Dawkins, 1989). De plus, l'évolution naturelle et l'évolution culturelle pourraient interagir l'une avec l'autre, se modulant ainsi de façon dynamique et induisant l'idée d'une co-évolution gène-culture (Creanza, Kolodny, & Feldman, 2017). La culture et l'environnement pourrait ainsi modifier l'expression de certains gènes, de la même façon que le déterminisme biologique pourrait les apprentissages culturels d'un individu (Feldman & Laland, 1996) justifiant l'importance de considérer ces deux types d'évolution de façon intégrée. Un excellent exemple de cette interaction serait celui de l'intégration de la consommation de lactose dans notre alimentation et le développement d'une tolérance face à ce dernier (Swallow, 2003). Effectivement, au cours de l'évolution, notre alimentation était principalement basée sur de petits fruits et de la viande ce qui ne nous prédisposait pas, en tant qu'espèce à pouvoir digérer le lactose. Cependant, suite à la sédentarisation et au fil du processus de domestication des animaux, nous avons pu développer une tolérance faisant du lactose une partie intégrante de notre alimentation quotidienne.

5.3 Pistes futures

Cette étude comporte plusieurs limites telles que le nombre restreint de domaines cognitifs mesurés. Effectivement, nous n'avons évalué que la rotation mentale ainsi que la fluidité verbale. Cependant il existe plusieurs autres domaines cognitifs présentant des différences sexuelles comme, par exemple, la reconnaissance des émotions (Kret & De Gelder, 2012) et la coordination manuelle (Nicholson & Kimura, 1996). En ajout à cela, nous avons un biais de sélection qui est caractérisé par une surreprésentation des personnes n'étant pas hétérosexuelles – ne nous

permettant pas de généraliser nos résultats à la population générale dans laquelle ils sont sous-représentés. Cependant, ce biais pourrait s'expliquer par l'objectif de l'étude (i.e. l'étude des différences sexuelles et de genre) qui nécessite l'utilisation d'un devis équilibré. Également, la taille de l'échantillon étant relativement petite est aussi une source de biais importante. De plus, malgré que nous ayons pris en considération l'utilisation de contraceptifs oraux, nous n'avons pas collecté d'informations quant à au type de CO et la durée de l'utilisation de contraceptifs – qui sont des facteurs influençant la CSD (Egan & Gleason, 2012; Shahnazi et al., 2014; Wharton et al., 2008). Dans la même lignée, les mesures relatives au cycle menstruel sont auto-rapportées, ce qui a pu être une source potentielle de biais des résultats. Ces limites devraient donc être adressées dans de futures études cherchant à déterminer les multiples influences biologiques et psychosociales des différences sexuelles du fonctionnement cognitif.

Un projet futur (voir Figure 5 pour la représentation visuelle du protocole) de notre équipe s'attardera à répondre à cette question en palliant aux limites de la présente étude. Effectivement, nous évaluerons de fonctionnement cognitif dans plusieurs domaines incluant les habiletés spatiales, de reconnaissance des émotions, de coordination manuelle, le jugement d'orientation de ligne ainsi que la mémoire verbale et non-verbale. De plus, notre échantillon sera significativement plus important (N=180) et sera composé de personnes hétérosexuelles cis genres (personnes pour qui l'identité de genre et le sexe biologique concordent) de même qu'issues de la diversité sexuelle et de genre âgées d'au moins 18 ans. Puisque nos résultats semblent indiquer que la contraception orale est une variable critique du fonctionnement cognitif, nous prendrons en considération la génération et le type de contraceptif utilisé, de même que l'historique de contraception. Il en sera de même pour le cycle menstruel qui sera évalué à l'aide de mesures plus objectives. Cette étude prochaine nous permettra d'approfondir nos connaissances quant à la complexité de la CSD et des variables qui l'influencent. Mais surtout, ceci nous permettra de mieux comprendre l'implication

des hormones sexuelles sur la cognition et, à long terme, d'investiguer ce lien dans des populations cliniques.

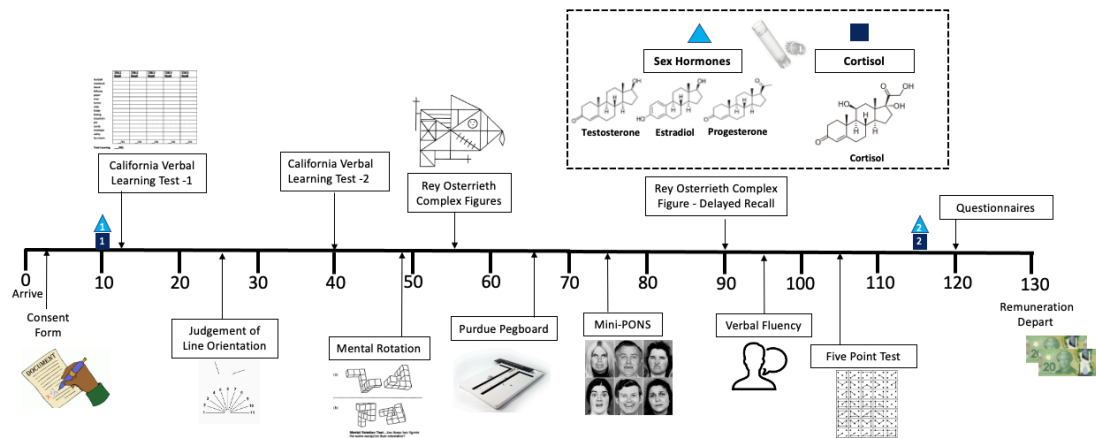


Figure 5. – Visualisation du protocole

5.4 Conclusion

En conclusion, cette étude a tenté de comprendre et dénouer l'implication des variables biologiques (i.e. sexe et hormones sexuelles) et psychosociales (i.e. orientation sexuelle et rôles de genre) dans les différences sexuelles du fonctionnement cognitif. Nos résultats ont démontré des variations significatives au niveau des hormones sexuelles. De plus, nous avons démontré que les contraceptifs oraux semblent moduler les profils hormonaux et la cognition chez les femmes. En somme, ces résultats suggèrent, de façon indirecte, que les hormones sexuelles sont un facteur central dans l'étude de la CSD. Cependant, ces résultats nécessitent d'être reproduits en utilisant une approche transdisciplinaire afin d'investiguer une implication directe et plus concrète des hormones sur le fonctionnement cognitif ce qui permettra de faire avancer la discussion sur la controverse liée aux différences sexuelles.

Références bibliographiques

- Alexander, G. M., & Hines, M. (2002). Sex differences in response to children's toys in nonhuman primates (*Cercopithecus aethiops sabaeus*). *Evolution and Human Behavior*, 23(6), 467-479. doi:10.1016/S1090-5138(02)00107-1
- Archer, J. (2009). Does sexual selection explain human sex differences in aggression? *Behavioral and Brain Sciences*, 32(3-4), 249-+. doi:10.1017/S0140525x09990951
- Arnett, A. B., Pennington, B. F., Willcutt, E. G., DeFries, J. C., & Olson, R. K. (2015). Sex differences in ADHD symptom severity. *J Child Psychol Psychiatry*, 56(6), 632-639. doi:10.1111/jcpp.12337
- Arnold, A. P. (2009). The organizational-activational hypothesis as the foundation for a unified theory of sexual differentiation of all mammalian tissues. *Hormones and Behavior*, 55(5), 570-578. doi:10.1016/j.yhbeh.2009.03.011
- Asperholm, M., Nagar, S., Dekhtyar, S., & Herlitz, A. (2019). The magnitude of sex differences in verbal episodic memory increases with social progress: Data from 54 countries across 40 years. *PLoS One*, 14(4), e0214945. doi:10.1371/journal.pone.0214945
- Bailey, J. M., Vasey, P. L., Diamond, L. M., Breedlove, S. M., Vilain, E., & Epprecht, M. (2016). Sexual Orientation, Controversy, and Science. *Psychological Science in the Public Interest*, 17(2), 45-101. doi:10.1177/1529100616637616
- Baird, D. T., & Glasier, A. F. (1993). Hormonal contraception. *N Engl J Med*, 328(21), 1543-1549. doi:10.1056/NEJM199305273282108
- Bakker, J., De Mees, C., Douhard, Q., Balthazart, J., Gabant, P., Szpirer, J., & Szpirer, C. (2006). Alpha-fetoprotein protects the developing female mouse brain from masculinization and defeminization by estrogens. *Nat Neurosci*, 9(2), 220-226. doi:10.1038/nn1624
- Bale, T. L., & Epperson, C. N. (2015). Sex differences and stress across the lifespan. *Nat Neurosci*, 18(10), 1413-1420. doi:10.1038/nn.4112
- Baron-Cohen, S., Auyeung, B., Norgaard-Pedersen, B., Hougaard, D. M., Abdallah, M. W., Melgaard, L., . . . Lombardo, M. V. (2015). Elevated fetal steroidogenic activity in autism. *Mol Psychiatry*, 20(3), 369-376. doi:10.1038/mp.2014.48
- Baron-Cohen, S., Knickmeyer, R. C., & Belmonte, M. K. (2005). Sex differences in the brain: implications for explaining autism. *Science*, 310(5749), 819-823. doi:10.1126/science.1115455
- Bayliss, A. P., di Pellegrino, G., & Tipper, S. P. (2005). Sex differences in eye gaze and symbolic cueing of attention. *Q J Exp Psychol A*, 58(4), 631-650. doi:10.1080/02724980443000124
- Beltz, A. M., Hampson, E., & Berenbaum, S. A. (2015). Oral contraceptives and cognition: A role for ethinyl estradiol. *Horm Behav*, 74, 209-217. doi:10.1016/j.yhbeh.2015.06.012
- Beltz, A. M., Kelly, D. P., & Berenbaum, S. A. (2020). Chapter 27 - Sex differences in brain and behavioral development. In *Neural Circuit and Cognitive Development* (Second Edition ed., pp. 585-538): Academic Press.
- Bem, & Lenney. (1976). Sex typing and the avoidance of cross-sex behavior. *J Pers Soc Psychol*, 33(1), 48-54. doi:10.1037/h0078640
- Bem, S. (1981). Bem sex role inventory: Professional manual. In C. P. Press (Ed.). Palo Alto, CA.
- Bem, S. L. (1981). Gender Schema Theory - a Cognitive Account of Sex Typing. *Psychological Review*, 88(4), 354-364. doi:Doi 10.1037/0033-295x.88.4.354

- Black, A., Yang, Q., Wen, S., & Al. (2009). Contraceptive use among Canadian women of reproductive age: results of a national survey. *Journal of Obstetrics and Gynecology Canada*, 31(7), 627-640.
- Bleecker, M. L., Bolla-Wilson, K., Agnew, J., & Meyers, D. A. (1988). Age-related sex differences in verbal memory. *J Clin Psychol*, 44(3), 403-411. doi:10.1002/1097-4679(198805)44:3<403::aid-jclp2270440315>3.0.co;2-0
- Block, R. A., Hancock, P. A., & Zakay, D. (2000). Sex differences in duration judgments: a meta-analytic review. *Mem Cognit*, 28(8), 1333-1346. doi:10.3758/bf03211834
- Booth, A., Granger, D. A., Mazur, A., & Kivlighan, K. T. (2006). Testosterone and social behavior. *Social Forces*, 85(1), 167-191. doi:DOI 10.1353/sof.2006.0116
- Breedlove, S. M., Cooke, B. M., & Jordan, C. L. (1999). The orthodox view of brain sexual differentiation. *Brain Behav Evol*, 54(1), 8-14. doi:10.1159/000006607
- Brinton, R. D., & Nilsen, J. T. (2001). Sex Hormones and their Brain Receptors. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*: Elsevier Science Ltd.
- Brown, S. G., Morrison, L. A., Calibuso, M. J., & Christiansen, T. M. (2008). The menstrual cycle and sexual behavior: relationship to eating, exercise, sleep, and health patterns. *Women Health*, 48(4), 429-444. doi:10.1080/03630240802575179
- Brunet, H. E., Caldwell, J. Z. K., Brandt, J., & Miller, J. B. (2020). Influence of sex differences in interpreting learning and memory within a clinical sample of older adults. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn*, 27(1), 18-39. doi:10.1080/13825585.2019.1566433
- Brzezinski-Sinai, N. A., & Brzezinski, A. (2020). Schizophrenia and Sex Hormones: What Is the Link? *Front Psychiatry*, 11, 693. doi:10.3389/fpsy.2020.00693
- Burton, L. A., Henninger, D., & Hafetz, J. (2005). Gender differences in relations of mental rotation, verbal fluency, and SAT scores to finger length ratios as hormonal indexes. *Developmental Neuropsychology*, 28(1), 493-+. doi:DOI 10.1207/s15326942dn2801_3
- Buss, D. M. (1991). Sex-Differences in Human Mate Preferences - Evolutionary Hypotheses Tested in 37 Cultures. *Behavioral and Brain Sciences*, 14(3), 519-519.
- Buss, D. M. (1995). Psychological Sex-Differences - Origins through Sexual Selection. *American Psychologist*, 50(3), 164-168. doi:Doi 10.1037/0003-066x.50.3.164
- Buss, D. M. (2017). Sexual Conflict in Human Mating. *Current Directions in Psychological Science*, 26(4), 307-313. doi:10.1177/0963721417695559
- Buss, D. M., Larsen, R. J., Westen, D., & Semmelroth, J. (1992). Sex-Differences in Jealousy - Evolution, Physiology, and Psychology. *Psychological Science*, 3(4), 251-255. doi:DOI 10.1111/j.1467-9280.1992.tb00038.x
- Buss, D. M., & Schmitt, D. P. (1993). Sexual Strategies Theory - an Evolutionary Perspective on Human Mating. *Psychological Review*, 100(2), 204-232. doi:Doi 10.1037/0033-295x.100.2.204
- Buss, D. M., & Schmitt, D. P. (2011). Evolutionary Psychology and Feminism. *Sex Roles*, 64(9-10), 768-787. doi:10.1007/s11199-011-9987-3
- Buss, D. M., & von Hippel, W. (2018). Psychological barriers to evolutionary psychology: Ideological bias and coalitional adaptations. *Archives of Scientific Psychology*, 6(1), 148-158. doi:10.1037/arc0000049
- Calvo, M. G., & Gutiérrez-García, A. (2016). Chapter 16 - Cognition and Stress. In *Stress: Concepts, Cognition, Emotion, and Behavior* (Vol. 1, pp. 139-144): Academic Press.
- Canovas, M. R., & Cimadevilla, J. M. (2011). Sexual orientation and spatial memory. *Psicothema*, 23(4), 752-758.

- Caruso, S., Agnello, C., Malandrino, C., Lo Presti, L., Cicero, C., & Cianci, S. (2014). Do Hormones Influence Women's Sex? Sexual Activity over the Menstrual Cycle. *Journal of Sexual Medicine*, *11*(1), 211-221. doi:10.1111/jsm.12348
- Castoria, G., Barone, M. V., Di Domenico, M., Bilancio, A., Ametrano, D., Migliaccio, A., & Auricchio, F. (1999). Non-transcriptional action of oestradiol and progestin triggers DNA synthesis. *EMBO J*, *18*(9), 2500-2510. doi:10.1093/emboj/18.9.2500
- Charlton, H. (2008). Hypothalamic control of anterior pituitary function: a history. *J Neuroendocrinol*, *20*(6), 641-646. doi:10.1111/j.1365-2826.2008.01718.x
- Cherrier, M. M., Rose, A. L., & Higano, C. (2003). The effects of combined androgen blockade on cognitive function during the first cycle of intermittent androgen suppression in patients with prostate cancer. *Journal of Urology*, *170*(5), 1808-1811. doi:10.1097/01.ju.0000091640.59812.83
- Choi, J., & Silverman, I. (2003). Processes underlying sex differences in route-learning strategies in children and adolescents. *Personality and Individual Differences*, *34*(7), 1153-1166. Doi 10.1016/S0191-8869(02)00105-8
- Cohen-Bendahan, C. C., Buitelaar, J. K., van Goozen, S. H., & Cohen-Kettenis, P. T. (2004). Prenatal exposure to testosterone and functional cerebral lateralization: a study in same-sex and opposite-sex twin girls. *Psychoneuroendocrinology*, *29*(7), 911-916. doi:10.1016/j.psyneuen.2003.07.001
- Collaer, M. L., Reimers, S., & Manning, J. T. (2007). Visuospatial performance on an internet line judgment task and potential hormonal markers: sex, sexual orientation, and 2D:4D. *Arch Sex Behav*, *36*(2), 177-192. doi:10.1007/s10508-006-9152-1
- Confer, J. C., Easton, J. A., Fleischman, D. S., Goetz, C. D., Lewis, D. M. G., Perilloux, C., & Buss, D. M. (2010). Evolutionary Psychology Controversies, Questions, Prospects, and Limitations. *American Psychologist*, *65*(2), 110-126. doi:10.1037/a0018413
- Cooper, D. B., & Mahdy, H. (2020, 2020 August 23). Oral Contraceptive Pills. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430882/>
- Cornford, E. M., Braun, L. D., Oldendorf, W. H., & Hill, M. A. (1982). Comparison of lipid-mediated blood-brain-barrier penetrability in neonates and adults. *Am J Physiol*, *243*(3), C161-168. doi:10.1152/ajpcell.1982.243.3.C161
- Cox, R. M., McGlothlin, J. W., & Bonier, F. (2016). Evolutionary Endocrinology: Hormones as Mediators of Evolutionary Phenomena. *Integrative and Comparative Biology*, *56*(2), 121-125. doi:10.1093/icb/icw047
- Crawford, M., Chaffin, R., & Fitton, L. (1995). Cognition in Social-Context. *Learning and Individual Differences*, *7*(4), 341-362. doi:Doi 10.1016/1041-6080(95)90006-3
- Creanza, N., Kolodny, O., & Feldman, M. W. (2017). Cultural evolutionary theory: How culture evolves and why it matters. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *114*(30), 7782-7789. doi:10.1073/pnas.1620732114
- Dabbs, J. M., Chang, E. L., Strong, R. A., & Milun, R. (1998). Spatial ability, navigation strategy, and geographic knowledge among men and women. *Evolution and Human Behavior*, *19*(2), 89-98. doi:Doi 10.1016/S1090-5138(97)00107-4
- Dar-Nimrod, I., & Heine, S. J. (2006). Exposure to scientific theories affects women's math performance. *Science*, *314*(5798), 435-435. doi:10.1126/science.1131100
- Darwin, C. (1859). *On the origin of species by natural selection*. London, United-Kingdom.: Murray.

- Darwin, C. (1871). *The descent of man and selection in relation to sex*. London, United-Kingdom: Murray.
- Davis, A. C. (2020). Resolving the tension between feminism and evolutionary psychology: An epistemological critique. *Evolutionary Behavioral Sciences*, No Pagination Specified-No Pagination Specified. doi:10.1037/ebs0000193
- Dawkins, R. (1989). *The Selfish Gene* (2nd Ed. ed.): Oxford University Press.
- Deaux, K., & Major, B. (1987). Putting Gender into Context - an Interactive Model of Gender-Related Behavior. *Psychological Review*, 94(3), 369-389. doi:10.1037/0033-295x.94.3.369
- Delchev, S., & Georgieva, K. (2017). Cellular and Molecular Mechanisms of the Effects of Sex Hormones on the Nervous System. In *Sex Hormones in Neurodegenerative Processes and Diseases*.
- Dhont, M. (2010). History of oral contraception. *European Journal of Contraception and Reproductive Health Care*, 15, S12-S18. doi:10.3109/13625187.2010.513071
- Donnelly, K., & Twenge, J. M. (2017). Masculine and Feminine Traits on the Bem Sex-Role Inventory, 1993-2012: a Cross-Temporal Meta-Analysis. *Sex Roles*, 76(8-9), 556-565. doi:10.1007/s11199-016-0625-y
- Dreher, J. C., Dunne, S., Pazderska, A., Frodl, T., Nolan, J. J., & O'Doherty, J. P. (2016). Testosterone causes both prosocial and antisocial status-enhancing behaviors in human males. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(41), 11633-11638. doi:10.1073/pnas.1608085113
- Duff, S. J., & Hampson, E. (2001). A sex difference on a novel spatial working memory task in humans. *Brain and Cognition*, 47(3), 470-493. doi:10.1006/brcg.2001.1326
- Dwyer, C. A. (1974). Influence of children's sex role standards on reading and arithmetic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 66(6), 811-816. doi:<https://doi.org/10.1037/h0021522>
- Eagly, A. H., Eaton, A., Rose, S. M., Riger, S., & McHugh, M. C. (2012). Feminism and Psychology Analysis of a Half-Century of Research on Women and Gender. *American Psychologist*, 67(3), 211-230. doi:10.1037/a0027260
- Eagly, A. H., & Wood, W. (2013). The Nature-Nurture Debates: 25 Years of Challenges in Understanding the Psychology of Gender. *Perspectives on Psychological Science*, 8(3), 340-357. doi:10.1177/1745691613484767
- Eals, M., & Silverman, I. (1994). The Hunter-Gatherer Theory of Spatial Sex-Differences - Proximate Factors Mediating the Female Advantage in Recall of Object Arrays. *Ethology and Sociobiology*, 15(2), 95-105. doi:10.1016/0162-3095(94)90020-5
- Egan, K. R., & Gleason, C. E. (2012). Longer Duration of Hormonal Contraceptive Use Predicts Better Cognitive Outcomes Later in Life. *Journal of Womens Health*, 21(12), 1259-1266. doi:10.1089/jwh.2012.3522
- Ellis, L. (2001). The biosocial female choice theory of social stratification. *Social Biology*, 48(3-4), 298-320.
- Ellis, L. (2006). Gender differences in smiling: An evolutionary neuroandrogenic theory. *Physiology & Behavior*, 88(4-5), 303-308. doi:10.1016/j.physbeh.2006.03.034
- Ellis, L. (2011a). Evolutionary Neuroandrogenic Theory and Universal Gender Differences in Cognition and Behavior. *Sex Roles*, 64(9-10), 707-722. doi:10.1007/s11199-010-9927-7
- Ellis, L. (2011b). Identifying and explaining apparent universal sex differences in cognition and behavior. *Personality and Individual Differences*, 51(5), 552-561. doi:10.1016/j.paid.2011.04.004

- Ellis, L., & Ames, M. A. (1987). Neurohormonal functioning and sexual orientation: a theory of homosexuality-heterosexuality. *Psychol Bull*, *101*(2), 233-258.
- Ellis, L., Hoskin, A., Hartley, R., Walsh, A., Widmayer, A., & Ratnasingam, M. (2015). General Theory versus ENA Theory: Comparing Their Predictive Accuracy and Scope. *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology*, *59*(13), 1429-1458. doi:10.1177/0306624x14543263
- Farage, M. A., Osborn, T. W., & MacLean, A. B. (2008). Cognitive, sensory, and emotional changes associated with the menstrual cycle: a review. *Arch Gynecol Obstet*, *278*(4), 299-307. doi:10.1007/s00404-008-0708-2
- Feldman, M. W., & Laland, K. N. (1996). Gene-culture coevolutionary theory. *Trends in Ecology & Evolution*, *11*(11), 453-457. doi:Doi 10.1016/0169-5347(96)10052-5
- Ferretti, M. T., Iulita, M. F., Cavedo, E., Chiesa, P. A., Schumacher Dimech, A., Santuccione Chadha, A., . . . the Alzheimer Precision Medicine, I. (2018). Sex differences in Alzheimer disease - the gateway to precision medicine. *Nat Rev Neurol*, *14*(8), 457-469. doi:10.1038/s41582-018-0032-9
- Fisher, M. L., Meredith, T., & Gray, M. (2018). Sex Differences in Mental Rotation Ability Are a Consequence of Procedure and Artificiality of Stimuli. *Evolutionary Psychological Science*(4), 124-133. doi:<https://doi.org/10.1007/s40806-017-0120-x>
- Geary, D. C. (2006). Sex differences in social behavior and cognition: utility of sexual selection for hypothesis generation. *Horm Behav*, *49*(3), 273-275. doi:10.1016/j.yhbeh.2005.07.014
- Gladue, B. A., Beatty, W. W., Larson, J., & Staton, R. D. (1990). Sexual Orientation and Spatial Ability in Men and Women. *Psychobiology*, *18*(1), 101-108.
- Gogos, A. (2013). Natural and synthetic sex hormones: effects on higher-order cognitive function and prepulse inhibition. *Biol Psychol*, *93*(1), 17-23. doi:10.1016/j.biopsycho.2013.02.001
- Gogos, A., Ney, L. J., Seymour, N., Van Rheenen, T. E., & Felmingham, K. L. (2019). Sex differences in schizophrenia, bipolar disorder, and post-traumatic stress disorder: Are gonadal hormones the link? *Br J Pharmacol*, *176*(21), 4119-4135. doi:10.1111/bph.14584
- Griffiths, D. A. (2018). Shifting syndromes: Sex chromosome variations and intersex classifications. *Soc Stud Sci*, *48*(1), 125-148. doi:10.1177/0306312718757081
- Griksiene, R., & Ruksenas, O. (2011). Effects of hormonal contraceptives on mental rotation and verbal fluency. *Psychoneuroendocrinology*, *36*(8), 1239-1248. doi:10.1016/j.psyneuen.2011.03.001
- Guiso, L., Monte, F., Sapienza, P., & Zingales, L. (2008). Diversity. Culture, gender, and math. *Science*, *320*(5880), 1164-1165. doi:10.1126/science.1154094
- Gurvich, C., Hoy, K., Thomas, N., & Kulkarni, J. (2018). Sex Differences and the Influence of Sex Hormones on Cognition through Adulthood and the Aging Process. *Brain Sciences*, *8*(9). doi:10.3390/brainsci8090163
- Halpern, D. F. (2012). *Sex differences in cognitive abilities* (4th Edition ed.). 711 Third Avenue, 8th Floor, New York NY 10017: Psychology Press.
- Halpern, D. F., & LaMay, M. L. (2000). The smarter sex: A critical review of sex differences in intelligence. *Educational Psychology Review*, *12*(2), 229-246. doi:Doi 10.1023/A:1009027516424
- Hampson, E. (1990). Variations in sex-related cognitive abilities across the menstrual cycle. *Brain Cogn*, *14*(1), 26-43. doi:10.1016/0278-2626(90)90058-v
- Harvey, S. M. (1987). Female sexual behavior: fluctuations during the menstrual cycle. *J Psychosom Res*, *31*(1), 101-110. doi:10.1016/0022-3999(87)90104-8

- Hegarty, M. (2018). Ability and sex differences in spatial thinking: What does the mental rotation test really measure? *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(3), 1212-1219. doi:10.3758/s13423-017-1347-z
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191. doi:10.1016/j.intell.2003.12.001
- Henrich, J., & McElreath, R. (2003). The evolution of cultural evolution. *Evolutionary Anthropology*, 12(3), 123-135. doi:10.1002/evan.10110
- Herek, G. M., & Garnets, L. D. (2007). Sexual orientation and mental health. *Annual Review of Clinical Psychology*, 3, 353-375. doi:10.1146/annurev.clinpsy.3.022806.091510
- Herlitz, A., Nilsson, L. G., & Backman, L. (1997). Gender differences in episodic memory. *Mem Cognit*, 25(6), 801-811. doi:10.3758/bf03211324
- Herlitz, A., & Yonker, J. E. (2002). Sex differences in episodic memory: the influence of intelligence. *J Clin Exp Neuropsychol*, 24(1), 107-114. doi:10.1076/jcen.24.1.107.970
- Hiemke, C., Banger, M., Kohsik, R., Hundt, M., & Ghraf, R. (1992). Actions of sex hormones on the brain. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 16(3), 377-388. doi:10.1016/0278-5846(92)90089-w
- Holland, J., Bandelow, S., & Hogervorst, E. (2011). Testosterone levels and cognition in elderly men: a review. *Maturitas*, 69(4), 322-337. doi:10.1016/j.maturitas.2011.05.012
- Hoskin, A., & Ellis, L. (2015). Fetal Testosterone and Criminality: Test of Evolutionary Neuroandrogenic Theory. *Criminology*, 53(1), 54-73.
- Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. *Am Psychol*, 60(6), 581-592. doi:10.1037/0003-066X.60.6.581
- Hyde, J. S. (2006). Gender similarities still rule. *American Psychologist*, 61(6), 641-642. doi:10.1037/0003-066X.61.6.641b
- Hyde, J. S. (2014). Gender Similarities and Differences. *Annual Review of Psychology*, Vol 65, 65, 373-398. doi:10.1146/annurev-psych-010213-115057
- Hyde, J. S., & Linn, M. C. (1988). Gender Differences in Verbal-Ability - a Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 104(1), 53-69. doi:10.1037/0033-2909.104.1.53
- James, T. W., & Kimura, D. (1997). Sex differences in remembering the locations of objects in an array: Location-shifts versus location-exchanges. *Evolution and Human Behavior*, 18(3), 155-163. doi:10.1016/S1090-5138(97)00004-4
- Jancke, L. (2018). Sex/gender differences in cognition, neurophysiology, and neuroanatomy. *F1000Res*, 7. doi:10.12688/f1000research.13917.1
- Johannsen, T. H., Ripa, C. P., Reinisch, J. M., Schwartz, M., Mortensen, E. L., & Main, K. M. (2006). Impaired cognitive function in women with congenital adrenal hyperplasia. *J Clin Endocrinol Metab*, 91(4), 1376-1381. doi:10.1210/jc.2005-1959
- Johnson, J. L., Greaves, L., & Repta, R. (2007). Better Science with Sex and Gender: A Primer for Health Research. Retrieved from https://bccewh.bc.ca/wp-content/uploads/2012/05/2007_BetterSciencewithSexandGenderPrimerforHealthResearch.pdf
- Jones, C. M., Braithwaite, V. A., & Healy, S. D. (2003). The evolution of sex differences in spatial ability. *Behav Neurosci*, 117(3), 403-411.
- Juster, R. P., Almeida, D., Cardoso, C., Raymond, C., Johnson, P. J., Pfaus, J., . . . Lupien, S. J. (2016). Gonads and strife: Sex hormones vary according to sexual orientation for women and stress indices for both sexes. *Psychoneuroendocrinology*, 72, 119-130.
- Juster, R. P., Bizik, G., Picard, M., Arsenault-Lapierre, G., Sindi, S., Trepanier, L., . . . Lupien, S. J. (2011). A transdisciplinary perspective of chronic stress in relation to psychopathology

- throughout life span development. *Development and Psychopathology*, 23(3), 725-776. doi:10.1017/S0954579411000289
- Juster, R. P., Doyle, D. M., Hatzenbuehler, M. L., Everett, B. G., DuBois, L. Z., & McGrath, J. J. (2019). Sexual orientation, disclosure, and cardiovascular stress reactivity. *Stress*, 22(3), 321-331. doi:10.1080/10253890.2019.1579793
- Juster, R. P., Hatzenbuehler, M. L., Mendrek, A., Pfaus, J. G., Smith, N. G., Johnson, P. J., . . . Pruessner, J. C. (2015). Sexual orientation modulates endocrine stress reactivity. *Biological Psychiatry*, 77(7), 668-676. doi:10.1016/j.biopsych.2014.08.013
- Juster, R. P., Smith, N. G., Ouellet, E., Sindi, S., & Lupien, S. J. (2013). Sexual orientation and disclosure in relation to psychiatric symptoms, diurnal cortisol, and allostatic load. *Psychosomatic Medicine*, 75(2), 103-116. doi:10.1097/PSY.0b013e3182826881
- Karlsson, L., Gezelius, A., Nordenstrom, A., Hirvikoski, T., & Lajic, S. (2017). Cognitive impairment in adolescents and adults with congenital adrenal hyperplasia. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 87(6), 651-659. doi:10.1111/cen.13441
- Kimura, D. (1992). Sex differences in the brain. *Sci Am*, 267(3), 118-125.
- Kimura, D. (2004). Human sex differences in cognition, fact, not predicament. *Sexualities, Evolution & Gender*, 6(1), 45-53. doi:doi:10.1080/14616660410001733597
- Kinomura, S., Larsson, J., Gulyas, B., & Roland, P. E. (1996). Activation by attention of the human reticular formation and thalamic intralaminar nuclei. *Science*, 271(5248), 512-515. doi:10.1126/science.271.5248.512
- Kirschbaum, C., Pirke, K. M., & Hellhammer, D. H. (1993). The 'Trier Social Stress Test'--a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28(1-2), 76-81. doi:119004
- Kret, M. E., & De Gelder, B. (2012). A review on sex differences in processing emotional signals. *Neuropsychologia*, 50(7), 1211-1221. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2011.12.022
- Lenz, K. M., & McCarthy, M. M. (2010). Organized for sex - steroid hormones and the developing hypothalamus. *Eur J Neurosci*, 32(12), 2096-2104. doi:10.1111/j.1460-9568.2010.07511.x
- Leung, A., & Chue, P. (2000). Sex differences in schizophrenia, a review of the literature. *Acta Psychiatr Scand Suppl*, 401, 3-38. doi:10.1111/j.0065-1591.2000.0ap25.x
- Levine, S. C., Foley, A., Lourenco, S., Ehrlich, S., & Ratliff, K. (2016). Sex differences in spatial cognition: advancing the conversation. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci*, 7(2), 127-155. doi:10.1002/wcs.1380
- Lewin, C., Wolgers, G., & Herlitz, A. (2001). Sex differences favoring women in verbal but not in visuospatial episodic memory. *Neuropsychology*, 15(2), 165-173. doi:10.1037//0894-4105.15.2.165
- Lips, H. M. (2017). Sandra Bem: Naming the Impact of Gendered Categories and Identities. *Sex Roles*, 76(8-9), 627-632. doi:10.1007/s11199-016-0664-4
- Loprinzi, P. D., & Frith, E. (2018). The Role of Sex in Memory Function: Considerations and Recommendations in the Context of Exercise. *J Clin Med*, 7(6). doi:10.3390/jcm7060132
- Losel, R., & Wehling, M. (2003). Nongenomic actions of steroid hormones. *Nat Rev Mol Cell Biol*, 4(1), 46-56. doi:10.1038/nrm1009
- Loy, R., Gerlach, J. L., & McEwen, B. S. (1988). Autoradiographic localization of estradiol-binding neurons in the rat hippocampal formation and entorhinal cortex. *Brain Res*, 467(2), 245-251. doi:10.1016/0165-3806(88)90028-4

- Lupien, S. J., de Leon, M., de Santi, S., Convit, A., Tarshish, C., Nair, N. P., . . . Meaney, M. J. (1998). Cortisol levels during human aging predict hippocampal atrophy and memory deficits. *Nature Neuroscience*, *1*(1), 69-73.
- Lupien, S. J., Fiocco, A., Wan, N., Maheu, F., Lord, C., Schramek, T., & Tu, M. T. (2005). Stress hormones and human memory function across the lifespan. *Psychoneuroendocrinology*, *30*(3), 225-242. doi:10.1016/j.psyneuen.2004.08.003
- Lupien, S. J., Gillin, C. J., & Hauger, R. L. (1999). Working memory is more sensitive than declarative memory to the acute effects of corticosteroids: a dose-response study in humans. *Behavioral Neuroscience*, *113*(3), 420-430.
- Maccoby, E. E. (1990). Gender and Relationships - a Developmental Account. *American Psychologist*, *45*(4), 513-520. doi:Doi 10.1037/0003-066x.45.4.513
- Macrae, C. N., Alnwick, K. A., Milne, A. B., & Schloerscheidt, A. M. (2002). Person perception across the menstrual cycle: hormonal influences on social-cognitive functioning. *Psychol Sci*, *13*(6), 532-536. doi:10.1111/1467-9280.00493
- Maki, P. M., Rich, J. B., & Rosenbaum, R. S. (2002). Implicit memory varies across the menstrual cycle: estrogen effects in young women. *Neuropsychologia*, *40*(5), 518-529. doi:10.1016/s0028-3932(01)00126-9
- Mandy, W., Chilvers, R., Chowdhury, U., Salter, G., Seigal, A., & Skuse, D. (2012). Sex differences in autism spectrum disorder: evidence from a large sample of children and adolescents. *J Autism Dev Disord*, *42*(7), 1304-1313. doi:10.1007/s10803-011-1356-0
- Marin, M. F., Lord, C., Andrews, J., Juster, R. P., Sindi, S., Arsenault-Lapierre, G., . . . Lupien, S. J. (2011). Chronic stress, cognitive functioning and mental health. *Neurobiol Learn Mem*, *96*(4), 583-595. doi:10.1016/j.nlm.2011.02.016
- Marlowe, F. W. (2007). Hunting and gathering - The human sexual division of foraging labor. *Cross-Cultural Research*, *41*(2), 170-195. doi:10.1177/1069397106297529
- Marrocco, J., & McEwen, B. S. (2016). Sex in the brain: hormones and sex differences. *Dialogues Clin Neurosci*, *18*(4), 373-383.
- Martin, C. L., & Harlverson, J. (1983). The Effects of Sex-Typing Schemas on Young Children's Memory. *Child Development*, *54*(3), 563-574. doi:10.2307/1130043
- Mathuranath, P. S., George, A., Cherian, P. J., Alexander, A., Sarma, S. G., & Sarma, P. S. (2003). Effects of age, education and gender on verbal fluency. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25*(8), 1057-1064. doi:DOI 10.1076/jcen.25.8.1057.16736
- McCarrey, A. C., An, Y., Kitner-Triolo, M. H., Ferrucci, L., & Resnick, S. M. (2016). Sex differences in cognitive trajectories in clinically normal older adults. *Psychol Aging*, *31*(2), 166-175. doi:10.1037/pag0000070
- Mccormick, C. M., & Witelson, S. F. (1991). A Cognitive Profile of Homosexual Men Compared to Heterosexual Men and Women. *Psychoneuroendocrinology*, *16*(6), 459-473. doi:Doi 10.1016/0306-4530(91)90030-W
- McEwen, B. (2012). Chapter 55 - Endocrine Effects on the Brain and Their Relationship to Behavior. In *Principles of Molecular, Cellular, and Medical Neurobiology* (8th Edition ed., pp. 945-962).
- McEwen, B. S. (1988). Actions of sex hormones on the brain: 'organization' and 'activation' in relation to functional teratology. *Prog Brain Res*, *73*, 121-134. doi:10.1016/S0079-6123(08)60501-4
- McEwen, B. S. (1991). Non-genomic and genomic effects of steroids on neural activity. *Trends Pharmacol Sci*, *12*(4), 141-147. doi:10.1016/0165-6147(91)90531-v

- McEwen, B. S., De Kloet, E. R., & Rostene, W. (1986). Adrenal steroid receptors and actions in the nervous system. *Physiol Rev*, *66*(4), 1121-1188. doi:10.1152/physrev.1986.66.4.1121
- McEwen, B. S., & Milner, T. A. (2007). Hippocampal formation: shedding light on the influence of sex and stress on the brain. *Brain Res Rev*, *55*(2), 343-355. doi:10.1016/j.brainresrev.2007.02.006
- McEwen, B. S., & Milner, T. A. (2017). Understanding the broad influence of sex hormones and sex differences in the brain. *J Neurosci Res*, *95*(1-2), 24-39. doi:10.1002/jnr.23809
- McGlone, J. (1978). Sex differences in functional brain asymmetry. *Cortex*, *14*(1), 122-128. doi:10.1016/s0010-9452(78)80015-x
- Meites, J. (1992). Short history of neuroendocrinology and the International Society of Neuroendocrinology. *Neuroendocrinology*, *56*(1), 1-10. doi:10.1159/000126201
- Mesoudi, A., Whiten, A., & Laland, K. N. (2006). Towards a unified science of cultural evolution. *Behavioral and Brain Sciences*, *29*(4), 329-+. doi:Doi 10.1017/S0140525x06009083
- Millar, R. P., Lu, Z. L., Pawson, A. J., Flanagan, C. A., Morgan, K., & Maudsley, S. R. (2004). Gonadotropin-releasing hormone receptors. *Endocr Rev*, *25*(2), 235-275. doi:10.1210/er.2003-0002
- Miller, D. I., & Halpern, D. F. (2014). The new science of cognitive sex differences. *Trends in Cognitive Sciences*, *18*(1), 37-45. doi:10.1016/j.tics.2013.10.011
- Miller, W. L., & Auchus, R. J. (2011). The molecular biology, biochemistry, and physiology of human steroidogenesis and its disorders. *Endocr Rev*, *32*(1), 81-151. doi:10.1210/er.2010-0013
- Mordecai, K. L., Rubin, L. H., & Maki, P. M. (2008). Effects of menstrual cycle phase and oral contraceptive use on verbal memory. *Hormones and Behavior*, *54*(2), 286-293. doi:10.1016/j.yhbeh.2008.03.006
- Muizzuddin, N., Marenus, K. D., Schnittger, S. F., Sullivan, M., & Maes, D. H. (2005). Effect of systemic hormonal cyclicality on skin. *J Cosmet Sci*, *56*(5), 311-321.
- Munro, C. A., Winicki, J. M., Schretlen, D. J., Gower, E. W., Turano, K. A., Munoz, B., . . . West, S. K. (2012). Sex differences in cognition in healthy elderly individuals. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn*, *19*(6), 759-768. doi:10.1080/13825585.2012.690366
- Nash, S. C. (1975). Relationship among Sex-Role Stereotyping, Sex-Role Preference, and Sex Difference in Spatial Visualization. *Sex Roles*, *1*(1), 15-32. doi:Doi 10.1007/Bf00287210
- Nash, S. C. (1979). *Sex role as a mediator of intellectual functioning* (M. A. Wittig & A. C. Peterson ed.). New York: Academic Press.
- Nass, R., & Baker, S. (1991). Androgen effects on cognition: congenital adrenal hyperplasia. *Psychoneuroendocrinology*, *16*(1-3), 189-201. doi:10.1016/0306-4530(91)90078-8
- Newcombe, N., Bandura, M. M., & Taylor, D. G. (1983). Sex-Differences in Spatial Ability and Spatial Activities. *Sex Roles*, *9*(3), 377-386. doi:Doi 10.1007/Bf00289672
- Newcombe, N., & Dubas, J. S. (1992). A Longitudinal-Study of Predictors of Spatial Ability in Adolescent Females. *Child Development*, *63*(1), 37-46. doi:DOI 10.1111/j.1467-8624.1992.tb03593.x
- Newton, J. R. (1995). Classification and comparison of oral contraceptives containing new generation progestogens. *Hum Reprod Update*, *1*(3), 231-263. doi:10.1093/humupd/1.3.231
- Nicholson, K. G., & Kimura, D. (1996). Sex differences for speech and manual skill. *Percept Mot Skills*, *82*(1), 3-13. doi:10.2466/pms.1996.82.1.3
- Novac, N., & Heinzl, T. (2004). Nuclear receptors: overview and classification. *Curr Drug Targets Inflamm Allergy*, *3*(4), 335-346. doi:10.2174/1568010042634541

- Nugent, B. M., Wright, C. L., Shetty, A. C., Hodes, G. E., Lenz, K. M., Mahurkar, A., . . . McCarthy, M. M. (2015). Brain feminization requires active repression of masculinization via DNA methylation. *Nat Neurosci*, *18*(5), 690-697. doi:10.1038/nn.3988
- Numan, M. (2015). Chapter 4 - Sexual Behaviors and Sexual Differentiation. In *Neurobiology of Social Behavior : Toward an Understanding of the Prosocial and Antisocial Brain* (pp. 109-164): Academic Press.
- Oswald, P. A. (2004). An examination of the current usefulness of the Bem Sex-Role Inventory. *Psychological Reports*, *94*(3), 1331-1336. doi:DOI 10.2466/pr0.94.3c.1331-1336
- Oyola, M. G., & Handa, R. J. (2017). Hypothalamic-pituitary-adrenal and hypothalamic-pituitary-gonadal axes: sex differences in regulation of stress responsivity. *Stress*, *20*(5), 476-494. doi:10.1080/10253890.2017.1369523
- Pang, S., & Shook, M. K. (1997). Current status of neonatal screening for congenital adrenal hyperplasia. *Curr Opin Pediatr*, *9*(4), 419-423. doi:10.1097/00008480-199708000-00018
- Paris, J. (2004). Gender differences in personality traits and disorders. *Curr Psychiatry Rep*, *6*(1), 71-74. doi:10.1007/s11920-004-0042-8
- Pauls, F., Petermann, F., & Lepach, A. C. (2013). Gender differences in episodic memory and visual working memory including the effects of age. *Memory*, *21*(7), 857-874. doi:10.1080/09658211.2013.765892
- Phoenix, C. H., Goy, R. W., Gerall, A. A., & Young, W. C. (1959). Organizing action of prenatally administered testosterone propionate on the tissues mediating mating behavior in the female guinea pig. *Endocrinology*, *65*, 369-382. doi:10.1210/endo-65-3-369
- Pletzer, B., Harris, T. A., & Ortner, T. (2017). Sex and menstrual cycle influences on three aspects of attention. *Physiol Behav*, *179*, 384-390. doi:10.1016/j.physbeh.2017.07.012
- Plusquellec, P., Paquette, D., Raymond, M., & Thomas, F. (2016). *Les troubles psy expliqués par la théorie de l'évolution : Comprendre les troubles de santé mentale grâce à Darwin*. Rue du Bosquet 7, B1348 Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck Supérieur.
- Proverbio, A. M. (2017). Sex differences in social cognition: The case of face processing. *J Neurosci Res*, *95*(1-2), 222-234. doi:10.1002/jnr.23817
- Pryzgodna, J., & Chrisler, J. C. (2000). Definitions of gender and sex: The subtleties of meaning. *Sex Roles*, *43*(7-8), 553-569. doi:Doi 10.1023/A:1007123617636
- Puts, D. A., McDaniel, M. A., Jordan, C. L., & Breedlove, S. M. (2008). Spatial ability and prenatal androgens: meta-analyses of congenital adrenal hyperplasia and digit ratio (2D:4D) studies. *Arch Sex Behav*, *37*(1), 100-111. doi:10.1007/s10508-007-9271-3
- Rahman, Q., Abrahams, S., & Wilson, G. D. (2003). Sexual-orientation-related differences in verbal fluency. *Neuropsychology*, *17*(2), 240-246.
- Rahman, Q., Andersson, D., & Govier, E. (2005). A specific sexual orientation-related difference in navigation strategy. *Behav Neurosci*, *119*(1), 311-316. doi:10.1037/0735-7044.119.1.311
- Rahman, Q., Cockburn, A., & Govier, E. (2008). A comparative analysis of functional cerebral asymmetry in lesbian women, heterosexual women, and heterosexual men. *Archives of Sexual Behavior*, *37*(4), 566-571. doi:10.1007/s10508-006-9137-0
- Rahman, Q., & Koerting, J. (2008). Sexual orientation-related differences in allocentric spatial memory tasks. *Hippocampus*, *18*(1), 55-63. doi:10.1002/hipo.20375
- Rahman, Q., Sharp, J., McVeigh, M., & Ho, M. L. (2017). Sexual Orientation-Related Differences in Virtual Spatial Navigation and Spatial Search Strategies. *Arch Sex Behav*, *46*(5), 1279-1294. doi:10.1007/s10508-017-0986-5

- Rahman, Q., Wilson, G. D., & Abrahams, S. (2003). Sexual orientation related differences in spatial memory. *J Int Neuropsychol Soc*, *9*(3), 376-383. doi:10.1017/S1355617703930037
- Ramtekkar, U. P., Reiersen, A. M., Todorov, A. A., & Todd, R. D. (2010). Sex and age differences in attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms and diagnoses: implications for DSM-V and ICD-11. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, *49*(3), 217-228 e211-213.
- Reed, B. G., & B.R., C. (2018). The Normal Menstrual Cycle and the Control of Ovulation. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279054/>
- Reed, J. L., Gallagher, N. M., Sullivan, M., Callicott, J. H., & Green, A. E. (2017). Sex differences in verbal working memory performance emerge at very high loads of common neuroimaging tasks. *Brain Cogn*, *113*, 56-64. doi:10.1016/j.bandc.2017.01.001
- Reed, S. C., Levin, F. R., & Evans, S. M. (2008). Changes in mood, cognitive performance and appetite in the late luteal and follicular phases of the menstrual cycle in women with and without PMDD (premenstrual dysphoric disorder). *Horm Behav*, *54*(1), 185-193. doi:10.1016/j.yhbeh.2008.02.018
- Rehman, J., & Herfritz, A. (2007). Women remember more faces than men do. *Acta Psychologica*, *124*(3), 344-355. doi:10.1016/j.actpsy.2006.04.004
- Reilly, D. (2012). Gender, culture, and sex-typed cognitive abilities. *PLoS One*, *7*(7), e39904. doi:10.1371/journal.pone.0039904
- Reilly, D., & Neumann, D. L. (2013). Gender-Role Differences in Spatial Ability: A Meta-Analytic Review. *Sex Roles*, *68*(9-10), 521-535. doi:10.1007/s11199-013-0269-0
- Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2016). Sex and sex-role differences in specific cognitive abilities. *Intelligence*, *54*, 147-158. doi:10.1016/j.intell.2015.12.004
- Rey, R., Josso, N., & Racine, C. (2020, 2020 May 27). Sexual Differentiation. Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, et al., editors. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279001/>
- Rivier, C., & Rivest, S. (1991). Effect of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis: peripheral and central mechanisms. *Biol Reprod*, *45*(4), 523-532. doi:10.1095/biolreprod45.4.523
- Romeo, R. D. (2003). Puberty: A period of both organizational and activational effects of steroid hormones on neurobehavioural development. *Journal of Neuroendocrinology*, *15*(12), 1185-1192. doi:DOI 10.1111/j.1365-2826.2003.01106.x
- Roy, E. (2013). Cognitive Function. In M. D. Gellman & J. R. Turner (Eds.), *Encyclopedia of Behavioral Medicine* (pp. 448-449). New York, NY: Springer New York.
- Salminen, E. K., Portin, R. I., Koskinen, A., Helenius, H., & Nurmi, M. (2004). Associations between serum testosterone fall and cognitive function in prostate cancer patients. *Clinical Cancer Research*, *10*(22), 7575-7582. doi:Doi 10.1158/1078-0432.Ccr-04-0750
- Sanders, G., Sjodin, M., & de Chastelaine, M. (2002). On the elusive nature of sex differences in cognition: hormonal influences contributing to within-sex variation. *Arch Sex Behav*, *31*(1), 145-152.
- Sanders, G., & Wright, M. (1997). Sexual orientation differences in cerebral asymmetry and in the performance of sexually dimorphic cognitive and motor tasks. *Archives of Sexual Behavior*, *26*(5), 463-480. doi:Doi 10.1023/A:1024551704723
- Scheuringer, A., & Pletzer, B. (2017). Sex Differences and Menstrual Cycle Dependent Changes in Cognitive Strategies during Spatial Navigation and Verbal Fluency. *Front Psychol*, *8*, 381. doi:10.3389/fpsyg.2017.00381
- Schiffer, L., Barnard, L., Baranowski, E. S., Gilligan, L. C., Taylor, A. E., Arlt, W., . . . Storbeck, K. H. (2019). Human steroid biosynthesis, metabolism and excretion are differentially

- reflected by serum and urine steroid metabolomes: A comprehensive review. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 194, 105439. doi:10.1016/j.jsbmb.2019.105439
- Schluter, N. D., Krams, M., Rushworth, M. F., & Passingham, R. E. (2001). Cerebral dominance for action in the human brain: the selection of actions. *Neuropsychologia*, 39(2), 105-113. doi:10.1016/s0028-3932(00)00105-6
- Schmidt, R., Kienbacher, E., Benke, T., Dal-Bianco, P., Delazer, M., Ladurner, G., . . . Wehringer, C. (2008). [Sex differences in Alzheimer's disease]. *Neuropsychiatr*, 22(1), 1-15.
- Schmitt, D. P., Shackelford, T. K., Duntley, J., Tooke, W., & Buss, D. M. (2001). The desire for sexual variety as a key to understanding basic human mating strategies. *Personal Relationships*, 8(4), 425-455. doi:DOI 10.1111/j.1475-6811.2001.tb00049.x
- Seidlitz, L., & Diener, E. (1998). Sex differences in the recall of affective experiences. *J Pers Soc Psychol*, 74(1), 262-271. doi:10.1037//0022-3514.74.1.262
- Sell, R. L. (1997). Defining and measuring sexual orientation: A review. *Archives of Sexual Behavior*, 26(6), 643-658. doi:Doi 10.1023/A:1024528427013
- Serbin, L. A., Zerkowicz, P., Doyle, A. B., Gold, D., & Wheaton, B. (1990). The Socialization of Sex-Differentiated Skills and Academic-Performance - a Mediational Model. *Sex Roles*, 23(11-12), 613-628. doi:Doi 10.1007/Bf00289251
- Shahnazi, M., Farshbaf Khalili, A., Ranjbar Kochaksaraei, F., Asghari Jafarabadi, M., Gaza Banoi, K., Nahae, J., & Bayati Payan, S. (2014). A comparison of second and third generations combined oral contraceptive pills' effect on mood. *Iran Red Crescent Med J*, 16(8), e13628. doi:10.5812/ircmj.13628
- Sherry, J. L. (2004). Media effects theory and the nature/nurture debate: A historical overview and directions for future research. *Media Psychology*, 6(1), 83-109. doi:DOI 10.1207/s1532785xmep0601_4
- Shirtcliff, E. A., Reavis, R., Overman, W. H., & Granger, D. A. (2001). Measurement of gonadal hormones in dried blood spots versus serum: verification of menstrual cycle phase. *Horm Behav*, 39(4), 258-266. doi:10.1006/hbeh.2001.1657
- Signorella, M. L., & Jamison, W. (1986). Masculinity, Femininity, Androgyny, and Cognitive Performance - a Metaanalysis. *Psychological Bulletin*, 100(2), 207-228. doi:Doi 10.1037/0033-2909.100.2.207
- Silverman, I., Choi, J., & Peters, M. (2007). The hunter-gatherer theory of sex differences in spatial abilities: data from 40 countries. *Arch Sex Behav*, 36(2), 261-268. doi:10.1007/s10508-006-9168-6
- Silverman, I., Kastuk, D., Choi, J., & Phillips, K. (1999). Testosterone levels and spatial ability in men. *Psychoneuroendocrinology*, 24(8), 813-822. doi:10.1016/s0306-4530(99)00031-1
- Simoncini, T., & Genazzani, A. R. (2003). Non-genomic actions of sex steroid hormones. *Eur J Endocrinol*, 148(3), 281-292. doi:10.1530/eje.0.1480281
- Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 35(1), 4-28. doi:DOI 10.1006/jesp.1998.1373
- Stanton, S. J., Liening, S. H., & Schultheiss, O. C. (2011). Testosterone is positively associated with risk taking in the Iowa Gambling Task. *Hormones and Behavior*, 59(2), 252-256. doi:10.1016/j.yhbeh.2010.12.003
- Steele, C. M. (1997). A threat in the air - How stereotypes shape intellectual identity and performance. *American Psychologist*, 52(6), 613-629. doi:Doi 10.1037/0003-066x.52.6.613

- Stocco, D. M. (2001). StAR protein and the regulation of steroid hormone biosynthesis. *Annu Rev Physiol*, 63, 193-213. doi:10.1146/annurev.physiol.63.1.193
- Stoet, G. (2010). Sex differences in the processing of flankers. *Q J Exp Psychol (Hove)*, 63(4), 633-638. doi:10.1080/17470210903464253
- Stoet, G. (2011). Sex differences in search and gathering skills. *Evolution and Human Behavior*, 32(6), 416-422. doi:10.1016/j.evolhumbehav.2011.03.001
- Stoet, G., & Geary, D. C. (2013). Sex differences in mathematics and reading achievement are inversely related: within- and across-nation assessment of 10 years of PISA data. *PLoS One*, 8(3), e57988. doi:10.1371/journal.pone.0057988
- Stolting, K. N., & Wilson, A. B. (2007). Male pregnancy in seahorses and pipefish: beyond the mammalian model. *Bioessays*, 29(9), 884-896. doi:10.1002/bies.zm.uzh.ch
- Street, S., Kimmel, E. B., & Kromrey, J. D. (1995). Revisiting University-Student Gender-Role Perceptions. *Sex Roles*, 33(3-4), 183-201. doi:Doi 10.1007/Bf01544610
- Swaab, D. F. (2007). Sexual differentiation of the brain and behavior. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 21(3), 431-444. doi:10.1016/j.beem.2007.04.003
- Swallow, M. D. (2003). Genetics of Lactase Persistence and Lactose Intolerance. *Annual Reviews of Genetics*, 37, 197-219. doi:<https://doi.org/10.1146/annurev.genet.37.110801.143820>
- Tomasi, D., & Volkow, N. D. (2012). Laterality patterns of brain functional connectivity: gender effects. *Cereb Cortex*, 22(6), 1455-1462. doi:10.1093/cercor/bhr230
- Tooby, J., & Cosmides, L. (1990). On the Universality of Human-Nature and the Uniqueness of the Individual - the Role of Genetics and Adaptation. *Journal of Personality*, 58(1), 17-67. doi:DOI 10.1111/j.1467-6494.1990.tb00907.x
- Toth, A. J., & Campbell, M. J. (2019). Investigating sex differences, cognitive effort, strategy, and performance on a computerised version of the mental rotations test via eye tracking. *Sci Rep*, 9(1), 19430. doi:10.1038/s41598-019-56041-6
- Tracy, D. M. (1990). Toy-Playing Behavior, Sex-Role Orientation, Spatial Ability, and Science Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(7), 637-649. doi:DOI 10.1002/tea.3660270704
- Treloar, A. E., Boynton, R. E., Brown, B. W., & Behn, B. G. (1965). Variation of the Human Menstrual-Cycle through Reproductive Life. *Population Index*, 31(3), 269-&.
- Trivers, R. L. (1972). *Parental investment and sexual selection*. New York: Aldine de Gruyter.
- Trofimova, I. (2015). Do Psychological Sex Differences Reflect Evolutionary Bisexual Partitioning? *American Journal of Psychology*, 128(4), 485-514. doi:10.5406/amerjpsyc.128.4.0485
- Tsai, M. J., & O'Malley, B. W. (1994). Molecular mechanisms of action of steroid/thyroid receptor superfamily members. *Annu Rev Biochem*, 63, 451-486. doi:10.1146/annurev.bi.63.070194.002315
- Tuttle, G. E., & Pillard, R. C. (1991). Sexual orientation and cognitive abilities. *Arch Sex Behav*, 20(3), 307-318. doi:10.1007/BF01541849
- Ulubaev, A., Lee, D. M., Purandare, N., Pendleton, N., & Wu, F. C. (2009). Activational effects of sex hormones on cognition in men. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 71(5), 607-623. doi:10.1111/j.1365-2265.2009.03562.x
- Vadakkadath Meethal, S., & Atwood, C. S. (2005). The role of hypothalamic-pituitary-gonadal hormones in the normal structure and functioning of the brain. *Cell Mol Life Sci*, 62(3), 257-270. doi:10.1007/s00018-004-4381-3
- Velle, W. (1982). Sex-Hormones and Behavior in Animals and Man. *Perspectives in Biology and Medicine*, 25(2), 295-315.

- Vincent, A. C. J. (1994). Seahorses Exhibit Conventional Sex-Roles in Mating Competition, Despite Male Pregnancy. *Behaviour*, *128*, 135-151. doi:Doi 10.1163/156853994x00082
- Voyer, D. (2011). Time limits and gender differences on paper-and-pencil tests of mental rotation: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, *18*(2), 267-277. doi:10.3758/s13423-010-0042-0
- Voyer, D., Postma, A., Brake, B., & Imperato-McGinley, J. (2007). Gender differences in object location memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*(1), 23-38. doi:Doi 10.3758/Bf03194024
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychol Bull*, *117*(2), 250-270. doi:10.1037/0033-2909.117.2.250
- Wang, L., & Carr, M. (2014). Working Memory and Strategy Use Contribute to Gender Differences in Spatial Ability. *Educational Psychologist*, *49*(4), 261-282. doi:10.1080/00461520.2014.960568
- Warren, A. M., Gurvich, C., Worsley, R., & Kulkarni, J. (2014). A systematic review of the impact of oral contraceptives on cognition. *Contraception*, *90*(2), 111-116. doi:10.1016/j.contraception.2014.03.015
- Watson, N. V., & Kimura, D. (1991). Nontrivial Sex-Differences in Throwing and Intercepting - Relation to Psychometrically-Defined Spatial Functions. *Personality and Individual Differences*, *12*(5), 375-385. doi:Doi 10.1016/0191-8869(91)90053-E
- Weiss, E. M., Kemmler, G., Deisenhammer, E. A., Fleischhacker, W. W., & Delazer, M. (2003). Sex differences in cognitive functions. *Personality and Individual Differences*, *35*(4), 863-875. doi:10.1016/S0191-8869(02)00288-X
- Weiss, E. M., Ragland, J. D., Brensinger, C. M., Bilker, W. B., Deisenhammer, E. A., & Delazer, M. (2006). Sex differences in clustering and switching in verbal fluency tasks. *J Int Neuropsychol Soc*, *12*(4), 502-509. doi:10.1017/s1355617706060656
- Wharton, W., Hirshman, E., Merritt, P., Doyle, L., Paris, S., & Gleason, C. (2008). Oral contraceptives and androgenicity: influences on visuospatial task performance in younger individuals. *Exp Clin Psychopharmacol*, *16*(2), 156-164. doi:10.1037/1064-1297.16.2.156
- Williams, C. L., Barnett, A. M., & Meck, W. H. (1990). Organizational effects of early gonadal secretions on sexual differentiation in spatial memory. *Behav Neurosci*, *104*(1), 84-97. doi:10.1037//0735-7044.104.1.84
- Williams, C. L., & Meck, W. H. (1991). The organizational effects of gonadal steroids on sexually dimorphic spatial ability. *Psychoneuroendocrinology*, *16*(1-3), 155-176. doi:10.1016/0306-4530(91)90076-6
- Wynn, T. G., Tierson, F. D., & Palmer, C. T. (1996). Evolution of sex differences in spatial cognition. *Yearbook of Physical Anthropology, Yearbook Series Vol 39*, *39*, 11-42.
- Xu, Y., Norton, S., & Rahman, Q. (2017). Sexual orientation and neurocognitive ability: A meta-analysis in men and women. *Neurosci Biobehav Rev*, *83*, 691-696. doi:10.1016/j.neubiorev.2017.06.014
- Xu, Y., Norton, S., & Rahman, Q. (2020). Sexual Orientation and Cognitive Ability: A Multivariate Meta-Analytic Follow-Up. *Arch Sex Behav*, *49*(2), 413-420. doi:10.1007/s10508-020-01632-y
- Yararbas, G., & Pogun, S. (2010). Activational Effects of Hormones. In I. P. Stolerman (Ed.), *Encyclopedia of Psychopharmacology* (pp. 15-15). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Zec, R. F., & Trivedi, M. A. (2002). The effects of estrogen replacement therapy on neuropsychological functioning in postmenopausal women with and without dementia: a critical and theoretical review. *Neuropsychol Rev*, *12*(2), 65-109. doi:10.1023/a:1016880127635
- Zell, E., Krizan, Z., & Teeter, S. R. (2015). Evaluating Gender Similarities and Differences Using Metasynthesis. *American Psychologist*, *70*(1), 10-20. doi:10.1037/a0038208

Annexes

Annexe A. Questionnaire d'orientation sexuelle (*Klein Sexual Orientation Scale*)

Choisissez un point sur le continuum qui correspond à votre expérience sexuelle avec le même sexe ou le sexe opposé au courant de votre vie jusqu'à maintenant.

1.-	Seulement l'autre sexe.
2.-	Généralement l'autre sexe.
3.-	Quelquefois l'autre sexe.
4.-	Les deux sexes également.
5.-	Quelques fois le même sexe.
6.-	Généralement le même sexe.
7.-	Seulement le même sexe.

1) Attraction sexuelle

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7

2) Comportement sexuel

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7

3) Fantasmés sexuels

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7

4) Style de vie préférentiel

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7

5) Identité sexuelle

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7

Annexe B. Questionnaire des rôles de genre (*Bem Sex-Role Inventory*)

Voici une liste de traits de personnalité. Veuillez-vous décrire à partir de ces caractéristiques. C'est-à-dire indiquez, sur une échelle de 1 à 7, à quel point ces traits de personnalité sont vrais pour vous.

- 1= Jamais ou presque jamais
- 2= Habituellement non
- 3= Quelquefois mais rarement
- 4= Occasionnellement
- 5= Souvent
- 6= Habituellement
- 7= Toujours ou presque toujours

	Jamais ou presque jamais	Habituellement non	Quelques fois mais rarement	Occasionnellement	Souvent	Habituellement	Toujours ou presque toujours
1. Défends mes convictions	1	2	3	4	5	6	7
2. Affectueux(se)	1	2	3	4	5	6	7
3. Conscientieux(se)	1	2	3	4	5	6	7
4. Indépendant(e)	1	2	3	4	5	6	7
5. Sympathique	1	2	3	4	5	6	7
6. D'humeur changeante	1	2	3	4	5	6	7
7. Sûr(e) de moi	1	2	3	4	5	6	7

	Jamais ou presque jamais	Habituellement non	Quelques fois mais rarement	Occasionnellement	Souvent	Habituellement	Toujours ou presque toujours
8. Sensible aux besoins d'autrui	1	2	3	4	5	6	7
9. Fiable	1	2	3	4	5	6	7
10. Forte personnalité	1	2	3	4	5	6	7
11. Compréhensif(ve)	1	2	3	4	5	6	7
12. Jaloux(se)	1	2	3	4	5	6	7
13. Énergique	1	2	3	4	5	6	7
14. Compatissant(e)	1	2	3	4	5	6	7
15. Franc(he)	1	2	3	4	5	6	7
16. Aptitudes de « leader »	1	2	3	4	5	6	7
17. Empressé(e) d'apaiser les peines	1	2	3	4	5	6	7
18. Renfermé(e)	1	2	3	4	5	6	7
19. Aime le risque	1	2	3	4	5	6	7
20. Chaleureux(se)	1	2	3	4	5	6	7
21. M'adapte facilement	1	2	3	4	5	6	7

	Jamais ou presque jamais	Habituellement non	Quelques fois mais rarement	Occasionnellement	Souvent	Habituellement	Toujours ou presque toujours
22. Dominateur(trice)	1	2	3	4	5	6	7
23. Sensible	1	2	3	4	5	6	7
24. Prétentieux(se)	1	2	3	4	5	6	7
25. Aime prendre position	1	2	3	4	5	6	7
26. Aime les enfants	1	2	3	4	5	6	7
27. Avoir du tact	1	2	3	4	5	6	7
28. Agressif(ve)	1	2	3	4	5	6	7
29. Doux(ce)	1	2	3	4	5	6	7
30. Conservateur(trice)	1	2	3	4	5	6	7

Annexe C. Statistiques sociodémographiques descriptives de l'échantillon

Information	Sample	Lesbian/Bisexual ♀	Heterosexual ♀	Gay/Bisexual ♂	Heterosexual ♂	<i>p</i>	
<i>Socio-economic:</i>							
Post-secondary education, %		95.3	95.0	90.0	100.0	95.0	0.575
Personal annual income, \$ CAD, <i>M (SE)</i>		16,000 (0.17)	14,500 (0.34)	19,000 (0.53)	14,000 (0.19)	16,800 (0.33)	0.737
Household annual income, \$ CAD, <i>M (SE)</i>		32,100 (0.32)	37,000 (0.68)	25,000 (0.54)	27,100 (0.52)	39,000 (0.75)	0.311
<i>Health and well-being:</i>							
Medication use, %		18.4	25.0	15.0	15.4	14.3	0.105
Oral contraceptive use, %		16.1	20.0	50.0	–	–	0.017
Physical condition, %		34.5	50.0	40.0	23.1	28.6	0.238
<i>Psychiatric history:</i>							
None, %		28.7	15.0	40.0	26.9	33.3	0.522
Past history, %		8.0	15.0	5.0	11.5	33.3	0.522
Family history, %		35.6	35.0	45.0	30.8	33.3	0.522
Both past and family history, %		27.6	35.0	10.0	30.8	33.3	0.522
<i>Subjective dimensions^B:</i>							
Self-rated health, <i>M (SE)</i>		3.72 (0.09)	3.50 (0.21)	3.95 (0.14)	3.69 (0.17)	3.75 (0.20)	0.419
Self-rated physical appearance <i>M (SE)</i>		3.37 (0.10)	3.15 (0.22)	3.70 (0.18)	3.27 (0.14)	3.40 (0.28)	0.284
Self-rated diet, <i>M (SE)</i>		3.30 (0.11)	3.25 (0.19)	3.40 (0.25)	3.34 (0.19)	3.15 (0.25)	0.832
<i>Behavioral:</i>							
<i>Tobacco smoking:</i>							
Smokers, %		11.5	5.0	10.0	11.5	19.0	0.376
Social smokers, %		14.9	10.0	5.0	19.2	23.8	0.376
Non-smokers, %		73.6	85.0	85.0	69.2	57.1	0.376
<i>Alcohol consumption (weekly):</i>							
0 or infrequently, %		25.3	25.0	50.0	18.1	4.8	0.134
1 to 5, %		40.2	45.0	40.0	26.9	52.4	0.134
6 to 10, %		26.4	25.0	10.0	38.5	28.6	0.134
11 or more, %		8.0	5.0	0.0	11.5	14.3	0.134
<i>Drug use:</i>							
None, %		66.7	60.0	85.0	61.5	61.9	0.334
Occasional (monthly or annually), %		24.1	35.0	5.0	30.8	23.8	0.334
Regular (daily or weekly), %		9.2	5.0	10.0	7.7	14.3	0.334
<i>Interpersonal:</i>							
Single, %		72.1	60.0	80.0	80.8	65.0	0.315
Children, %		4.7	10.0	5.0	0.0	5.0	0.463
Siblings, %		86.0	95.0	85.0	80.8	85.0	0.578

Parents alive, %	94.2	95.0	90.0	92.3	100.0	0.559
Infrequent family gatherings, %	36.1	30.0	30.0	57.7	20.0	0.169
Non-religious/spiritual, %	78.8	76.5	84.2	84.0	68.4	0.569