**Part 2: Experimental Work**

2.1 Unconscious Threat Extinction Using CSF

**Introduction**

The most common intervention for anxiety disorders is treatment with exposure to a feared situation or object (Deacon& Abramowitz, 2004). The goal of exposure is to facilitate extinction – that is, to reduce the conditioned threat response to the triggering stimuli (Abramowitz, 2013). Although effective psychological and pharmacological treatments exist for anxiety disorders (Alonso et al., 2004), most people with such disorders never seek treatment (Wittchen et al., 2011). A possible explanation for these low rates of treatment-seeking is that patients consider confronting feared objects or situations as overly demanding. Accordingly, novel interventions that will help patients minimize their encounter with aversive stimuli are needed (Pearson, 2012). A possible advancement towards this goal may be found in the field of consciousness studies.

מחקרים מראים שגירוי או תמונה יכולים להיות מעובדים על ידי המערכת הויזואלית ולהשפיע על האדם הצופה בהם, על אף שאינו מודע לגירוי שהוצג לו: לקרוא ולעבד מילים שונות Abrams, Klinger, & Greenwald) 2002; Armstrong & Dienes,2013; Lamy, Mudrik, & Deouell, 2008) , לבצע פעולות חשבון (Ric & Muller, 2012), פעולות הקשורות בזכרון עבודה(Liu et al.,2016) , להבחין באי-התאמות המופיעות בסצנות חזותיות (Mudrik, Breska, Lamy, & Deouell, 2011) ובמשפטים כתובים (Sklar et al., 2012) . מחקרים אלה מבוססים על טכניקה הנקראת CFS

CFS הינה טכניקה אשר פותחה על בסיס הטכניקה של Binocular Rivalry (Tsuchiya & Koch, 2005) וגלום בה פוטנציאל להיות מדד אמין ל.(Tsuchiya & Koch, 2005) early autonomic biasesבשיטה זו מפרידים בין העיניים ומציגים לכל אחת מהן גירוי אחר. לעין אחת מציגים גירוי סטטי, בעוד שלעין השנייה מציגים גירוי ויזואלי דינאמי וחזק הגורם לגירוי הסטטי להיות בלתי נראה (invisible) לזמן ממושךup to several seconds, . ה- observer מסוגל לעבד את הגירוי הדינאמי בלבד, למרות ההצגה הסטאטית של גירוי המטרה, מאחר וה- suppression באמצעות ה-CFS הוא כה חזק.

באמצעות פרדיגמה זו, מחקרים מצאו כי high-contrast stimuli פורצים למודעות מהר יותר (Tsuchiya & Koch, 2005), כמו גם גירויים מוכרים (Jiang, Costello, & He, 2007) וגירויים בעלי תוכן רגשי מאיים (Yang, Zald, & Blake, 2007). במחקרים אחרים נמצא שגירויים המופיעים בטכניקה של CFS עשויים להשפיע על התנהגותו של הצופה, ועל מדדים פיזיולוגיים שונים. לדוגמא במחקר אחד נרשמה פעילות באמיגדלה בתגובה לפרצופים מפוחדים אשר הוצגו באמצעות CFS. מחקר אחר הדגים כי פנים מפוחדות בשונה מפנים נייטרליות או שמחות, פורצות מהר יותר למודעות בטכניקה של .CFS המחקרים האלה מדגימים את הפוטנציאל של למידת פחד באמצעות .CFS שני מחקרים הדגימו עליה במוליכות עורית reported SCR’s to conditioned (Raio, Carmel, Carasco, & Phelps, 2012) and unconditioned fearful faces presented under CFS (Lapate, Bokers, Li, & Davidson, 2013)

נמצא שגם עדכון של רכישה לגירוי שהותנה יכול להתבצע באופן לא מודע בטכניקה של CFS (Homan et al.,2021)

If threat can be acquired and experimentally evoked outside of awareness, it is plausible that conditioned threat could also undergo extinction under similar conditions. However, previous literature does not provide clear and compelling evidence for extinction evoked by invisible stimuli. Several behavioral studies tested whether subliminal exposure to images of spiders affects one’s willingness to approach a spider among people who are afraid of spiders (Siegel & Weinberger, 2009; Weinberger et al., 2011). In these studies, participants completed a behavioral avoidance test (BAT) one week after a masked exposure to a spider to examine long-term effects of this form of exposure. They were then presented with images of spiders, either masked or unmasked. Participants in the masked condition were more willing to approach a spider than those who were consciously exposed to pictures of spiders. These findings were replicated with two-week and one-year follow-up measurement (Siegel & Warren, 2013; Siegel & Weinberger, 2009) . Importantly however, in these studies (Siegel & Warren, 2013; Siegel & Weinberger, 2009; Weinberger et al., 2011) no online measures of awareness (neither subjective or objective; see (Reingold & Merikle, 1988)) were taken. Instead, the premise that participants were not aware of the stimuli was based on a preliminary masking experiment, with a different sample (Siegel & Weinberger, 2009; Weinberger et al., 2011), in which participants were unable to identify the masked images. In another study, Participants were required to complete an identification questionnaire evaluating awareness only at the end of the experiment, so no online tracking of Participants’ awareness of the stimuli was performed (Siegel et al., 2018) . In addition, these studies focused on behavioral effects, which have yet to be corroborated by physiological responses. Only two studies measured participants’ skin conductance in response to exposure; one concluded that masked exposure is not associated with increased physiological responses in the extinction process: although participants in the masked condition did succeed more in the BAT, no evidence for reduced physiological responses was obtained (Siegel et al., 2018). The other showed the potential benefit of unconscious exposure using Continuous Flash Suppression (Oyarzún et al., 2019). In that study, fear reduction was manifested by a measure of threat-potentiated startle responses, but not in Skin Conductance Response (SCR). Furthermore, that study lacked a control group where no extinction took place.

Given these gaps, our goal was to investigate the effectiveness of unconscious exposure to aversive stimuli, when awareness is properly controlled using the CFS paradigm.

To assess the threat response, we relied on a commonly used autonomic measure of threat conditioning – SCR (Boucsein, 2012). Studies have demonstrated that this measure contributes to the understanding of anxiety disorders when used in experiments of fear conditioning (Esteves et al., 1994). The present research aimed at evaluating the feasibility and robustness of extinction evoked by unconsciously perceived stimuli by (a) testing for extinction while carefully assessing conscious experience of the suppressed stimuli; and (b) testing for the robustness and generalizability of non-conscious extinction with CFS, where a stimulus is presented to the non-dominant eye and rendered invisible by presenting colored dynamic patterns to the dominant eye. The experiment included measurements of changes in SCR, while viewing a pre-installed computer presentation on a monitor. The study started with an acquisition phase, where the participants were presented with the Conditioned Stimuli (CS+ and CS-): a scared face of a man or a woman. While a CS was presented, participants received mild electric shocks at a level which they determine to be “aversive” and “uncomfortable, but not painful”. Subsequently, participants underwent an extinction phase, where they were presented with the same stimuli again, without receiving the electric shock. Then, for the extinction phase, participants were divided into 3 groups: (1) “Unaware group”, (2) “Aware group”, and (3) “No Extinction group”. The Unaware group was presented with the CS+/CS- stimuli under CFS , the Aware group was presented with the CS+/CS- stimuli without CFS, and the No Extinction control group was presented with scrambled versions of the CS+/CS- stimuli, under CFS. In both the unaware and the No Extinction groups, participants’ awareness of the suppressed stimuli was carefully assessed using both objective and subjective measures. Finally, in the testing phase, all participants were presented with the CS+/CS- stimuli, to assess the effects of conscious and unconscious extinction relative to the No Extinction group.

**Discussion**

The aim of the current study was to investigate whether fear extinction can be learned without conscious awareness. Using the CFS method to suppress stimuli from awareness, we demonstrated that extinction, despite our expectations, cannot occur using CFS. As expected, all experimental groups showed a comparable threat-response in the acquisition process, with higher SCR to the CS+ relative to the CS- stimulus. In the late extinction the aware group showed decreased SCR, while the unaware group showed only a marginally significant decrease in SCR. Furthermore, in the RI measure although in the unaware group, there was a decrease in SCR, it did not reach significance. Thus, in the CFS paradigm, with stringent trial-by-trial measures of awareness, no unconscious exposure effect was found.

מספר מחקרים הדגימו כי למידת פחד יכולה להתקיים גם מחוץ למודעות (Homan et al,2021 ;Raio et al, 2012) סדרת המחקרים של ויינברגר וסיגל הדגימו בטכניקה של VM כי ניתן לבצע הכחדה לא מודעת בקרב נבדקים עם סימפטומים של פוביה לעכבישים. Oyarzún ושות' (2019) הדגימו דרך מדד startle responses הכחדה לא מודעת בטכניקה של CFS. מכאן היה הבסיס להניח שניתן לבצע רכישה והכחדה בתנאי מעבדה בטכניקה של CFS. אף על פי כן no evidence for unconscious extinction was found during CFS

Our finding is consistent with previous findings demonstrating limited unconscious processing with CFS compared to other methods (Almeida et al., 2010; Faivre et al., 2012, 2014; Izatt et al., 2014). For instance, Almeida et al. (2010) found that backward-masked primes elicited category- and identity-specific priming with both tool and animal stimuli, while CFS-suppressed primes only elicited limited category-specific priming with tool stimuli.

במחקרים נוספים בהם נבחנה תפיסת עיבוד וזיהוי של פנים

CFS impairs high-level face recognition, implying that nonconscious face recognition in CFS could be due to a mechanism involving lower-level facial features ( (Izatt et al, 2014; Barbot and Kouider 2012

למחקרים שהוצגו קיימת תמיכה בספרות על ידי מחקרי הדמיה מוחיים. מחקרים אלה מדגימים כי הפעילות העצבית of stimuli supressed by CFS

מוגבלת לאזורי ראייה ראשוניים (Hesselmann & Malach, 2011; Sterzer, Stein, Ludwig, Rothkirch, & Hesselmann, 2014; Yuval-Greenberg & Heeger, 2013). מחקרים אלה מהווים עדות לכך שהעיבוד ב- CFS הינו מוגבל (Moors, Hesselmann,

Wagemans, & van Ee, 2017).

On the face of it, the results of Experiment 1 appear to be inconsistent with the findings of Siegel et (2011; 2013; 2018) which suggest that extinction does occur in the absence of consciousness using VM. However

ניתן להסביר את העדר העדויות לאפקט, לא רק בשל יכולת העיבוד המוגבלת של טכניקת CFS אלא גם למאפיינים השונים העומדים בבסיס טכניקה זו, ועשויים להשפיע על המידה שבה גירוי

יחדור למודעות.

במחקרים אשר בחנו את המנגנון העומד בבסיס הטכניקה של CFS נמצא ש-

This paradigm is highly sensitive to a stimulus's spatiotemporal properties, and improper stimulus control may weaken suppression, increase the impact of response biases and demand characteristics, and even influence the conclusions that can be drawn from it (Blake et al.,2014; Hesselmann& Moors,2015; Hedger et al.,2016)..

According to literature on the spatial domain of both the stimuli and the mask pattern, low-level properties such as contrast can affect whether a stimulus is perceived by the participant, (Gray et al., 2013; Yang et al., 2007).

מחקרים אחרים מראים כי לא רק מאפיינים מרחביים משפיעים על אופן עיבוד הגירוי, אלא גם תדירות וקצב הגירוי הממסך. מחקרים בחנו את מידת השפעתם של flash frequency על stimulus visibility (Zhan, 2019; Zhu, 2016). מחקר אשר השווה מספר תדרים, מצא שבניגוד למחקרים CFS רבים המשתמשים בתדר של 10 HZ בגירוי הממסך, השפעת הדיכוי הגבוהה ביותר היא דווקא בתדר של 6 HZ (Zhu, 2016). מחקר זה נתמך על ידי מחקר נוסף, אשר מצא שתדירויות שב- 4,6,ו-8 HZ יכולות הדיכוי הן טובות יותר מתדירות של 10 HZ(Zhan, 2019). ממחקרים אלה עולה כי במחקרי CFS אחרים, יש לקחת ממצאים אלה בחשבון על מנת להפיק את המירב מטכניקה זו (Zhan, 2019). יתכן ומאפיינים שונים, הן ב-contrast והן בתדירות הגירוי הממסך, היו יכולות להניב ממצאים אחרים בניסוי הנוכחי.

Therefor we will examine extinction with VM, to determine if the techniques differ in efficacy of inducing unconscious extinction.

Taken together, this experiment yielded no evidence for unconscious extinction, with decreases in SCR found only among participants in the aware group. This might cast doubt on the mere existence of unconscious extinction – when proper measures are taken to assure the stimuli were indeed invisible. Alternatively, this might suggest that CFS does not allow for sufficient processing needed for unconscious extinction. To arbitrate between these two explanations, Experiment 2 was conducted using a larger sample and the VM paradigm, for which previous studies did find an effect (Siegel et al., 2011; Siegel & Warren, 2013; Siegel et al., 2018; Siegel & Weinberger, 2009, 2012; Weinberger et al., 2011)

**2.2 Unconscious Threat Extinction Using VM and the Role of Anxiety**

**Introduction**

Considering the results from the CSF experiment, together with those from Oyarzún et al., (2019), we might predict, a lack of evidence for unconscious extinction under CFS. However, so far, in order to prevent conscious processing, researchers have relied often on two kinds of manipulations, CFS and VM (Faivre, 2012). Therefore, it is still possible that unconscious extinction is permitted under VM paradigm. We tested this question in this chapter.

אנו מעוניינים להבין מי הם אותם אנשים אשר עשויים להגיב טוב יותר לחשיפה לא מודעת. מהספרות עולה

some subjects show the unconscious effects and some don't. Could that be a matter of some personal trait, whereby some subjects are more prone to follow unconscious information and be affected by it?

נעמיק בשאלה זו בהמשך של פרק זה.

### *Unconscious Threat Extinction Using VM*

Visual masking is a commonly used experimental paradigm in cognitive research to investigate preconscious processes (e.g., priming), neural correlates of consciousness, spatiotemporal limits of visual discrimination, perception-related endophenotypes linked to psychopathology, and so on (Bachmann& Francis, 2013).

בשיטה זו, מוצג גירוי מטרה (the target), ולאחר זמן קצר מאוד הוא מכוסה בגירוי ממסך (the mask), אשר מטרתו היא למנוע מהנבדק לזהות את גירוי המטרה. כיום, מקובל לחשוב שהגירוי הממסך מעכב את עיבוד גירוי המטרה כי הוא ככל הנראה מקצר את משך היעילות של גירוי המטרה (Kim & Blake, 2005). תיאוריה אחרת טוענת כי הגירוי הממסך מפריע לאותות פידבק הקשורים לגירוי המטרה, ולכן מפריע לתפיסה המודעת שלו Enns & Di Lollo, 2000)).

מדוע אנו סבורים שטכניקה של VM תעבוד במקום בו טכניקה של CFS לא הצליחה? ומהם היתרונות של טכניקה זו? נדון בכמה מהם כעת: פוטנציאל טיפולי, יכולת עיבוד ופשטות.

Despite a lack of conscious awareness, there is evidence to show that affective reactions to the target still occur: not only are overt behavioural changes measurable (Winkielman & Berridge 2004) but facial muscle reactions to masked expressions are reported (Dimberg et al. 2000). Not only can visual masking techniques be used to affect behavioural processes but non-conscious, affective processing generally (Whalen et al. 1998, Ohman & Soares 1994, Dimberg et al. 2000, Ohman 2002, Wong & Root 2003). It can be argued that the latter overlaps with the functional domain of psychotherapy (Hassin et al. 2005) to some extent.

במחקרם של Öhman and Soares (1994) נעשה שימוש בטכניקה של מיסוך לאחור בקרב נבדקים בעלי פוביה. נמצא כי הנבדקים לא הצליחו לזהות את תמונות המטרה של הגירוי המפחיד כאשר הן הוצגו למשך זמן קצר וישר מוסכו, בדיוק כפי שלא הצליחו נבדקים ללא פוביה. אף על פי שהנבדקים לא זיהו את תמונות המטרה, באותו ניסוי נמצא כי נבדקים בעלי פוביה הראו תגובה של מוליכות עורית גבוהה, ללא תלות בהאם נעשה מיסוך או לא. ידוע כי תגובת מוליכות עורית גבוהה קשורה למצב של חרדה (e.g., Lader, 1967), ולכן המידע תומך בכך שנבדקים בעלי פוביה חוו פחד, גם כשהגירוי הפובי ממנו הם מפחדים לא זוהה על ידם באופן מודע. ממצא זה היווה בסיס לעריכת מחקרים נוספים, בהם נעשה שימוש בטכניקה של מיסוך לאחור בשילוב עם חשיפה, כחלק מטיפול התנהגותי לנבדקים בעלי הפרעת פוביה ספציפית Siegel and Weinberger (2009 להוסיף עוד שנים). במחקרים אלה לא נעשה שימוש online measures of awareness. ועל כן בניסוי הנוכחי תתבצע חשיפה לא מודעת בטכניקה של VM when awareness is properly controlled

There is some evidence suggesting that VM and CFS may involve different underlying mechanisms and may evoke different types of unconscious processing (Breitmeyer, 2004; Kim & Blake, 2006; Fogelson et al., 2014).

מחקרים מצביעים על כך שב-CFS ו-VM הגירוי הויזואלי הממוסך (suppressed stimulus) מעובד באופן שונה גם ברמה העצבית (neural level) (Dehaene et al., 2001;Fang & He, 2006). יתכן וחלק מהשוני ניתן להסביר על-ידי האזורים השונים המופעלים במוח, ועוצמת האקטיבציה המתרחשת בהם, כתלות בטכניקת המיסוך.

מחקר בחן כיצד ישפיע פרצוף ממוסך מחייך, כועס או תמונה נייטרלית על מטלת דירוג. כאשר התמונות הוצגו בטכניקה של CFS ,הצגת הגירוי הממוסך הכועס, השפיעה על מטלת הדירוג. כאשר התמונות הוצגו בטכניקה של ,VM הן הגירוי הממוסך הכועס והן הגירוי המחייך השפיעו על מטלת הדירוג (Almeida,2013). ההסבר שניתן הוא ש-VM הינה שיטת עיבוד פחות סלקטיבית, והעדר הסלקטיביות שלה מאפשר אפקט כללי וחזק יותר. יתרה מכך, למרות שמשך הצגת הגירוי באמצעות VM הינו קצר משמעותית ביחס לטכניקה של CFS, יותר אינפורמציה מועברת ככל הנראה אודות more lenient suppression תחת טכניקה של VM.

בנוסף, ביצוע ניסוי בטכניקה VM , הפשוטה לתפעול, יסייע לא רק בפיתוח של כלי הניתן ליישום בשדה הקליני, אלא יאפשר העמקה והבנה של המנגנון, על ידי השוואה בין שתי השיטות, CFS ו-VM.

Very few studies have compared CFS to VM using the same task and stimuli (28-31). Thus, doing so might also shed light on their underlying mechanisms.

The applicability of this methodology, which does not require equipment beyond a computer screen or a cellular phone, means that it can be easily used in exposure therapy.

### *The role of Anxiety*

לבני אדם ישנה נטייה לאתר במהירות גירויים מאיימים. מחקרים הראו כי נחשים ועכבישים מזוהים במהירות לא רק על ידי מבוגרים אלא גם על ידי ילדים, פעוטות ואף קופים (Öhman, Flykt, & Esteves, 2001; Öhman & Mineka, 2003; Shibasaki & Kawai, 2009). היכולת לזהות איומים בזריזות איננה מוגבלת לנחשים ועכבישים – בני אדם מגלים במהירות איומים השונים ברמה התפיסתית והויזואלית זה מזה.

גירויים ויזואליים מאיימים (visual threat stimuli) כגון פרצופים מפוחדים, מילים שליליות, animal attck וגירויים ניטרליים להם בוצעה התניה באמצעות שוק חשמלי, עשויים להשפיע פיזית ונפשית על האדם הצופה בהם. קיימות עדויות לכך שהגירויים הללו מעוררים קשת רחבה של התנהגויות הגנתיות (defensive psychological response) הכוללות בין היתר השפעה על access to conscious awareness.

The degree to which emotional content of stimuli modulates sensory perception and attention, varies with anxiety levels. Individuals that are anxious are more likely to notice probes in place of threating faces (Capitão & Yang, 2014 ; Bradley, Mogg, Falla, & Hamilton, 1998).

אם כן, נראה כי היכולת האדפטיבית לכאורה ברמה האבולוציונית לזהות במהירות גירוי מאיים שעשוי להפוך לסכנה, קשורה קשר הדוק דווקא באבנורמליות. למעשה, הטייה קשבית (attentional bias) נחשבת כאחד המאפיינים של חרדה, לצד גורמים נוספים כמו נטייה לפרש מסרים מעורפלים כמאיימים וקושי להסיט קשב מגירויים מאיימים (Fox, Russo, Bowles, & Dutton, 2001; Eysenck, Mogg, May, Richards, & Mathews, 1991). חוקרים אחדים אף מחשיבים הטייה קשבית כגורם התורם להתפתחותן ולתחזוקתן של הפרעות חרדה Bishop, 2007; Matthews & Macleod, 2005)).

As apposed to low anxious individuals, highly anxious individuals display an increased attentional bias toward subliminal negative words, which is consistent with their responses to conscious perceived stimuli (Mogg, Bradley, & Williams, 1995).

This is a crucial topic with significant consequences for both cognitive and clinical anxiety studies. If such biases are proven to occur unconsciously, it may support the theory that anxiety-related selective biases occur at an early stage of processing.

למרות זאת המידה שבה prioritized processing of threat הקיים בחרדה, מתרחש באופן

אוטומטי מחוץ למודעות, הוא נושא שעדיין שנוי במחלוקת בספרות. במחקר זה אשר עתיד להוות תשתית לכלי טיפולי, ישנה חשיבות רבה להבין ולחקור כיצד משפיעה חרדה על היכולת לזהות ולהכחיד גירויים באופן תת-סיפי.

To address that issue in the current study, high and low trait anxious subjects participated in the acquisition and the unconscious extinction. Pparticipants were first underwent fear acquisition in which a neutral stimulus – an image of a man or a woman – was associated with an electrical shock. In the second phase, they were presented with the same stimulus again, but this time the stimulus was presented without the electrical shock. Finally, all participants were underwent a testing phase to assess the effects of conscious and unconscious extinction relative to the control group receiving no extinction.

The findings in the second experiment assessed whether extinction can occur unconsciously using VM והאם סימפטומים של חרדה משפיעים על תהליכי רכישה והכחדה לא מודעים

## Discussion

Using the VM method to suppress stimuli from awareness, we demonstrated that extinction can occur, even when the CS are presented unconsciously. As expected, all experimental groups showed a comparable threat-response in the acquisition process, with higher SCR to the CS+ relative to the CS- stimulus. In the late extinction phase only the aware and the unaware groups showed significant decreased SCR, while in the no-extinction group the responses did not differ between early and late Extinction. This result was strengthened by the RI measure, demonstrating that recovery occurred only among participants that did not undergo extinction; there was no recovery evident among participants in the unaware group or the aware groups. Thus, this constitutes a clear demonstration of unconscious extinction, obtained in the VM paradigm with stringent trial-by-trial measures of awareness. Of particular interest to the current experiment is whether an individual’s level of anxiety influenced accessibility to unconscious extinction. Consistent with reports by other researchers (Capitão & Yang, 2014 ; Bradley, Mogg, Falla, & Hamilton, 1998), we found that in the RI measure anxious participants in the unaware group, showed decrease in SCR compare to the non-anxious participants. In contrast in the aware group, the non-anxious participants showed decreased in SCR compare to the anxious participants. The results will be discussed as follows.

Findings from the VM technique suggest that both conscious and unconscious exposure are effective in reducing the conditioned response via non-reinforced presentations. These findings could pave the way for establishing a new therapeutic protocol, which relies on unconscious exposure. Such a protocol has never been clinically implemented; however, some studies suggest that extinction through unconscious exposure may be effective, in line with our findings. There is a growing body of research on a novel brain imaging approach called decoded fMRI neurofeedback (36-38). This technique depends on rewarding unconscious neural representations of feared stimuli in order to counter-condition the feared representation. This approach has demonstrated promise in decreasing fear responses to laboratory-conditioned fears (39). Both approaches are similar in showing that fear extinction can occur without consciousness. Note however, that the approach utilized in the current research is much easier to implement and does not require the complex infrastructure needed for the decoded fMRI neurofeedback procedure.

Our finding that extinction might be independent from awareness has interesting theoretical implications. One of the predominant theories of exposure therapy is the inhibitory learning model (40). This model suggests that the relationship between the CS and the aversive stimulus is not eradicated during extinction. Rather, a new inhibitory connection is created, whereby the conditioned stimulus no longer predicts the aversive stimulus (thereby inhibiting the fear response). The inhibitory connection then “competes” with the previous fear learning. One of the core processes suggested to underly inhibitory learning is expectancy violation. It is based on the premise that a gap between expectations and actual outcomes is critical for acquiring new inhibitory expectations, that would compete with existing expectations. However, given that extinction learning is based on the formation of non-coincidental relationships between conditioned and unconditioned stimuli, awareness of the stimuli as well as the non-occurrence of the unconditioned stimulus is deemed essential (41). The current findings indicate that extinction can also occur outside of conscious awareness, which goes against this assumption. Future research may indicate whether unconscious exposure involves expectancy violation or other mechanisms (e.g., habituation). Another venue for future studies would be to utilize a 3-day study design, in which the acquisition phase would be separated from the extinction phase by at least 24 h. That would complete the picture obtained here, since used immediate exposure, so that consolidation of the previously acquired fear memory would not be possible.

In the current experiment, we chose to use the VM techniques to render stimuli invisible. In the VM technique, the target stimulus is displayed for a short time period of several dozens of milliseconds and is immediately preceded and followed by a masked stimulus (23). In the last experiment we used the CFS technique, where each eye is presented with a different stimulus. One eye is presented with a series of flashing high contrast images, while the other eye is presented with a stationary, often low-contrast target (24). The CFS technique is based on the fact that the visual system is not able to handle incompatible input to both eyes. As a result, only one stimulus is able to reach awareness, while the other stimulus remains invisible (until it breaks suppression; (11)). In contrast, in the VM technique, the mask stimuli tamper with the feedback sweep that typically follows feedforward processing of the target stimulus (23). As such, the differences between the two techniques also influence the amount of information that gets through and is being processed (42). In the current experiment, the VM technique outperformed the CFS, highlighting the differences between the techniques (27, 43), and strengthening claims that CFS might not allow for higher-level processing (44) This is in line with previous studies, reporting that unconscious processing under CFS is more limited than VM in presenting unconscious semantic effects (45, 46). Accordingly, some suggested that backward masking might be more sensitive for measuring unconscious high-level processing than interocular suppression (20). Our findings join that claim, though more research is needed to determine is this is indeed the case.

מחקרים מראים שחרדה עשויה להשפיע על האופן בו גירוי בעל תוכן רגשי modulates sensory perception and attention.

נבדקים חרדים מפגינים רגישות מוגברת לרמזים הקשורים לאיום, ככל הנראה כתוצאה מהגברת עירנות לא מודעות לגירויים מאיימים אלה (increased unconscious vigilance).

במחקר אשר יכול לשמש בעתיד כתשתית לכלי טיפולי לסובלים מחרדה, חשוב להבין האם אוכלוסיה זו נוטה להגיב להכחדה לא מודעת יותר מאוכלוסיה שאינה סובלת מחרדה. מתוצאות המחקר נראה כי אין עדות לכך שחרדה משפיעה על מדד ה-recovery באופן גורף. אך בבואנו לבחון את הקבוצות השונות בניסוי, נראה כי רמת חרדה משפיעה באופן שונה על נבדקים שנחשפו לגירויים בצורה גלויה, לעומת נבדקים שנחשפו לגירוי סבלימנילי. ממצאים אלה מתיישבים עם מחקרים התנהגותיים אשר מצאו ש- capture of attention by threat-related facial stimuli is most successful during unconscious rather than conscious processing (Fox, 2002; Mogg and Bradley, 1999)

 This study is underpowered but still has an important implication for our understanding of anxiety because it highlights the automatic and possibly preconscious existence of the early cognitive processes that underpin anxiety responses. Such processes may be central to anxiety's behavioural symptoms, making them an important target for cognitive and psychiatric treatments.

In conclusion, the present study demonstrated unconscious exposure using VM. Results may facilitate the development of novel treatments integrating unconscious exposure with various psychopathologies, populations and therapeutic doses that will be demonstrated in the next chapter.