

相信嗎？你之所以會信任陌生路人的指引，
乃是拜一個小分子所賜，而它跟催產或泌乳有著很大的關係。

信任的 神經生物學



撰文／薩克（Paul J. Zak）
翻譯／黃榮棋

重點提要

- 信任感的產生是正常社交所必需的，而人們如何決定是否要信任新認識的人或可能的商場夥伴呢？
- 研究人員利用稱為信任遊戲的實驗方法，發現具激素及神經化學物質雙重功效的催產素會促使人們信任不具威脅的陌生人。
- 了解催產素的功能和它與其他腦化學物質的互動，可以讓我們更清楚諸如自閉症等社交能力障礙的疾病。

要你往後倒、讓一個陌生人接住，你敢嗎？這種情境雖有點極端，卻是團體治療常見的手法。不過在日常生活裡，我們多少都要相信不認識的人。人類與其他哺乳動物不同，似乎要花上許多時間在不熟悉的人身上，舉例來說，經常穿梭於陌生人海的都市人，會想避開某些人，卻相信路人會指引正確的方向，或最起碼不會想要攻擊他們。

過去幾年來，研究人員開始知道人腦怎麼決定何時要相信誰。我與同事也證實，腦子裡頭一種古老的簡單分子「催產素」（oxytocin），在這個過程扮演重要角色。這些發現將指引新的途徑，可以找出社交障礙的原因及治療方法。

尋找信任的可能因子

我會去研究催產素與信任之間的關聯，說來有點迂迴。1998年，我與世界銀行發展研究團隊的經濟學者涅克開始探討，不同國家人與人之間的信賴程度何以差距如此巨大。我們建立了一個數學模型，用

來描述哪些社會、法律與經濟環境，可能會造成高度或低度的信任。我們發現，信任是最能預測國家財富的因子之一；信任度低的國家大多比較貧窮。我們的模型指出，低信任度的社會之所以貧窮，是因為人民比較不會往創業與生財方面長期投資，這類投資需要互信，也就是雙邊都要履行合約義務。

我在思考信任對降低貧困的重要性時，也開始好奇雙方如何決定是否要信任對方，這方面的資訊將可以協助行政機關，設計出能促進信任的經濟系統。實驗室研究已經證實，處於同樣情境下的人，信任他人的傾向差異頗大，但卻沒有一個合理的機制能夠解釋人腦如何產生信任，因此我開始試著找出信任感的神經基礎。

許多動物研究指出，催產素可能是產生信任感的因子。我們知道這個由九個胺基酸組成的小蛋白（胜肽），是由大腦製造出來當做訊號的分子（神經傳遞物）。催產素也會進入血流去影響遠端的組織，因此也是一種激素。當時這個胜肽最著名



要信任一個陌生人（就像在團體治療時要某人往後倒向另一人伸出的雙手）可沒那麼容易。幸運的是，催產素這種神經化學物質可讓人產生互信，使整個社會順利運行。

的功能，是刺激哺乳的母親分泌乳汁與催產；即便是現在，在美國生產的婦女當中，半數都會施予合成的催產素來促進子宮收縮。不過，由於血中的催產素濃度極低且容易被破壞，難以確立這個胜肽是否還有其他更微妙的作用。雖然動物研究指出，催產素似乎會促進某些哺乳動物的合作（這需要信任感），而且構造極其相近的血管緊張素（vasotocin）顯然也會促進其他生物的良好互動。

根據演化生物學家的說法，血管緊張素約於一億年前首先出現於魚類。雌魚平常在雄魚逼近時會產生畏懼，但在排卵時血管緊張素會降低這種畏懼感，因而有助於生殖。生物學者推測，之所以會演化出排卵時減低畏懼感的機制，是因為有性生殖製造出的後代有更高的遺傳多樣性，這個好處勝過可能淪為雄魚午餐的危險。

在哺乳動物中，血管緊張素演化成兩種非常相近的胜肽：催產素與血管加壓素（arginine vasopressin）。1970年代末期開始的齧齒動物研究指出，這些分子也會促

進動物間的互動。例如美國北卡羅來納大學教堂山分校的皮德生與合作夥伴證實，催產素會促進母齧齒動物的育兒行為。

沒多久之後，伊利諾大學香檳分校的卡特與蓋茲檢視了遺傳與地理分佈都很相近的草原田鼠與山地田鼠。公草原田鼠是模範丈夫，通常終身與配偶同住、群居度日，也是盡責的父親。相反的，公山地田鼠則不負責任，縱慾、獨居、無視子女存在。卡特與蓋茲以及後來一些研究人員指出，這兩種田鼠社會行為的差異，可歸因於腦部催產素與血管加壓素受體所在的部位不同。化學分子必須與神經元表面受體結合，才能對腦細胞產生作用。草原田鼠的催產素與血管加壓素受體集中於中腦某些區域，這些區域會調節多巴胺神經傳遞物的分泌，強化公鼠與母鼠同居和照顧子女的價值觀，因而促成了一夫一妻制。

從遊戲量化信任

動物研究雖未特別探討信任的形成，但催產素對動物互相親近的重要性，讓我

關於作者



薩克是美國克萊蒙研究學院神經經濟研究中心的創始主任暨經濟學教授，並在洛瑪林達大學醫學中心神經科擔任臨床教授。他是美國賓州大學的經濟學博士，哈佛大學神經造影博士後研究。他的新書《倫理市場：價值觀念在經濟學的關鍵角色》於今年由普林斯頓大學出版社發行。

覺得催產素也會造成信任，因為信任想當然爾是親近的先決條件。大約就在這個時候，科學家已經找到方法，能夠可靠且輕易測量血液樣本裡的催產素濃度。

齧齒動物研究文獻顯示，不具威脅性的社交訊息，會讓訊息接收者的腦子產生催產素，這引起我的好奇，當釋出正面訊息的陌生人走近某人時，是否會刺激這個人分泌催產素。因此，我與同事庫爾茲班（現在是賓州大學的心理學助理教授）以及麥茨納（我在克萊蒙研究學院的研究生）開始測試這個想法，並看看催產素的合成與人類的社會行為是否會相互影響。

不過，我們必須想辦法測量陌生人之間的互信程度。研究人員可以輕易將一隻陌生的齧齒動物放入另一隻動物的籠子裡，然後測試非威脅行為是否會促進催產素的分泌，但人類評估潛在社交情境的能力要複雜太多了，人的反應會受到許多其他因素的影響，包括外觀與穿著等，因此這類簡單的實驗設計難以直接應用。幸運的是，在1990年代中期，愛荷華大學的柏格以及當時在明尼蘇達大學的迪克豪特與馬克白等實驗經濟學者，已經設計了方法來探討這個問題。實驗中，受測者可以透過將錢轉給陌生人的方式，來代表他信任這個陌生人。受測者之所以會送錢給陌生人，是因為他們相信這個陌生人也會這麼做，並回饋更多的錢給自己。研究人員稱這個實驗為「信任遊戲」。

我的實驗室是這麼安排信任遊戲的：實驗室成員招募到的受測者，只要同意花一個半小時參與實驗，就可獲得10美元（見右上方〈進行信任遊戲〉）。我們將受測者隨機配對，每組搭檔都看不到彼此，也無法直接溝通，接著會要他們決定分享多少錢給他們的實驗搭檔。每組有一人會指定為1號受測者，另一位就是2號受測者。一開始我們會向兩位受測者解說遊戲規則，首先電腦會詢問1號受測者，是否願意將10元報酬的一部份，轉帳給2

催產素實驗

進行信任遊戲

為了研究催產素在信任扮演的角色，作者與同事讓受測者進行信任遊戲。該研究團隊發現，受測者收到信任訊號時，血中的催產素會增加（表示腦裡產生更多的催產素），而催產素也會增加信任感以及值得信任的行為表現。

基本規則

架構：一組兩個人，彼此不會有面對面的接觸，且事先知道遊戲規則。他們都會收到一小筆錢（如10美元），記錄在電腦帳戶中。

① 開始：1號受測者可以將部份或全部的錢轉給2號受測者，也可以不轉半毛錢。



③ 如果1號受測者轉出6元，2號受測者的帳戶金額就會變成28元，也就是10元加上18元（6元的三倍）。

② 錢如果轉出就會變成三倍，存進2號受測者的電腦帳戶。

④ 結束：2號受測可以選擇回饋或完全不回饋給1號受測。

分析：1號受測者如果將錢轉出，而2號受測者也回饋足夠的金額，兩位受測者都將受益。但2號受測者要是太過小氣而背叛1號受測者，1號受測者的錢就會變少。1號受測者的信任感由她轉給2號受測者的金額來衡量；2號受測者值得信任的程度，則是以他回饋的金額來計算。

號受測者，而轉出的錢會先乘上三倍後再進到2號受測者的帳戶，舉例來說，如果1號受測者決定轉出6元，2號受測者就會有28元（3乘6元再加原有的10元），而1號受測者只剩4元。

下一步，電腦會通知2號受測者轉入的金額，同時讓他有機會回饋一些錢給1號受測者，並附帶兩個但書：不是非回饋不可，以及保證不公開參與者的身分與決定。2號受測者回饋的金額照實（也就是不會變成三倍）從其帳戶扣除。這個實驗不會發生欺騙的情形，因為付出的款項完全根據他們所做的選擇。受測者做好決定後，我們就要求他們提供血液樣本，以便測量他們的催產素濃度。

誰值得信任？

實驗經濟學者間的共識是，起初的轉帳代表了信任，而回饋轉帳則代表值得信任。研究人員在許多國家進行了許多次的信任遊戲，也花了很多錢。

關於催產素

■ 男人與女人在性高潮時，血液中催產素的量都會激增。催產素對性交後纏綿的可能功能，為它贏得了「擁抱荷爾蒙」的別名。

■ 1953年，美國紐約市偉爾醫學院的杜維紐（Vincent du Vigneaud）率先分離並合成催產素，兩年後因此獲得諾貝爾化學獎。

■ 直到最近，血液裡的催產素含量都還很難測量，這是因為血中催產素的濃度極低，而且三分鐘內就會被破壞掉一半。



實驗發現

催產素的增加會促進信任感：

- 吸入催產素鼻噴劑的1號受測者，轉出的錢要比吸入安慰劑的1號受測者多出17%。
- 吸入催產素的1號受測者中，將所有錢都轉給2號受測者的人數大約佔了一半，是吸入安慰劑的兩倍。

催產素會促進值得信任的行為：

- 血中催產素含量最高的2號受測者，回饋最多的錢給實驗搭檔。

腦子對催產素的反應出現問題，可能會造成社交障礙：

- 少數幾個催產素含量高得不尋常的2號受測者，完全不回饋給1號受測者。這個現象可以用大腦催產素系統障礙來解釋，可能代表有病理狀況。



\$6



2號受測者

我們的實驗指出，85%的1號受測者會轉些錢給搭檔，而收到轉帳的2號受測者中，有98%會回饋一些錢給1號受測者。有趣的是，受測者通常說不出他們為何會相信別人或值得相信。但根據齧齒動物的研究，我懷疑是因為1號受測者的信任感，增加了2號受測者的催產素，而1號受測者轉帳的金額越大，2號受測者增加的催產素越多。

我們的確發現，2號受測者一收到搭檔的轉帳，腦中就會製造催產素，並感覺受到這些陌生人的信任。此外，收到的轉帳金額越高，也就是受到的信任度越高，腦中釋放的催產素也越多。為了確保是受到信任的感覺促成催產素的增加，我們觀察了對照組的受測者，他們收到的轉帳是隨機發生的，而不是因為實驗搭檔的信任。這種對照組是很重要的，可用來釐清金錢本身是否會造成催產素的增加（答案是否定的）。

我們也發現，2號受測者的催產素含量

越高，就越值得信任，也就是說，他們會回饋越多的金額給信任他們的1號受測者。接收到信任訊號似乎讓人對信任自己的陌生人產生正面的感覺。

從演化的角度來看，實驗狀況下強烈的催產素分泌，可以解釋成是因為人類的青少年期很長，而天擇喜愛那些可以與其他形成長期緊密關係的人，直到成熟且可以自給自足為止。遺傳上與我們最相近的黑猩猩，在七、八歲時就性成熟，而人類則要花上兩倍的時間，因此要能茁壯成長，就必須在這段期間與父母維持親密關係，並持續受到父母的照顧。長時間照顧年輕人的連帶結果是，人類有著強烈的情感傾向，因此也對非親屬關係的朋友、鄰居或配偶有著強烈的情感。要是這個猜測沒錯的話，就可以解釋人們為何也會對寵物、住所甚至車子產生情感。

人為提升催產素

我們的信任遊戲研究指出，只有接收信任訊號的一方、也就是2號受測者才會分泌催產素。而且，實驗一開始就有比較多催產素的1號受測者，並不會更容易信任他人（轉給2號受測者更多的錢）。這項觀察乍看之下或許有些矛盾，卻與動物研究的結果一致：只有在與其他個體接觸過後，動物才會分泌催產素。差異似乎在於催產素濃度的起伏、而非催產素的絕對濃度。因此，我們可以將正面的社交訊號與互動，看成是將開關按到「開」的位置：開關一打開，人腦說「這個人顯示他可以安全互動」，並透過催產素的分泌，使我們得知這個訊息。

那麼人為增加催產素濃度又會如何呢？若打開開關的想法正確，人為提升催產素將會增加1號受測者對實驗搭檔的信任，讓他們轉帳更多錢給陌生人。為了探討這個問題，瑞士蘇黎士大學的經濟學者費爾和我的研究團隊，找來200位男性投資者，讓他們吸入一劑催產素鼻噴劑（可

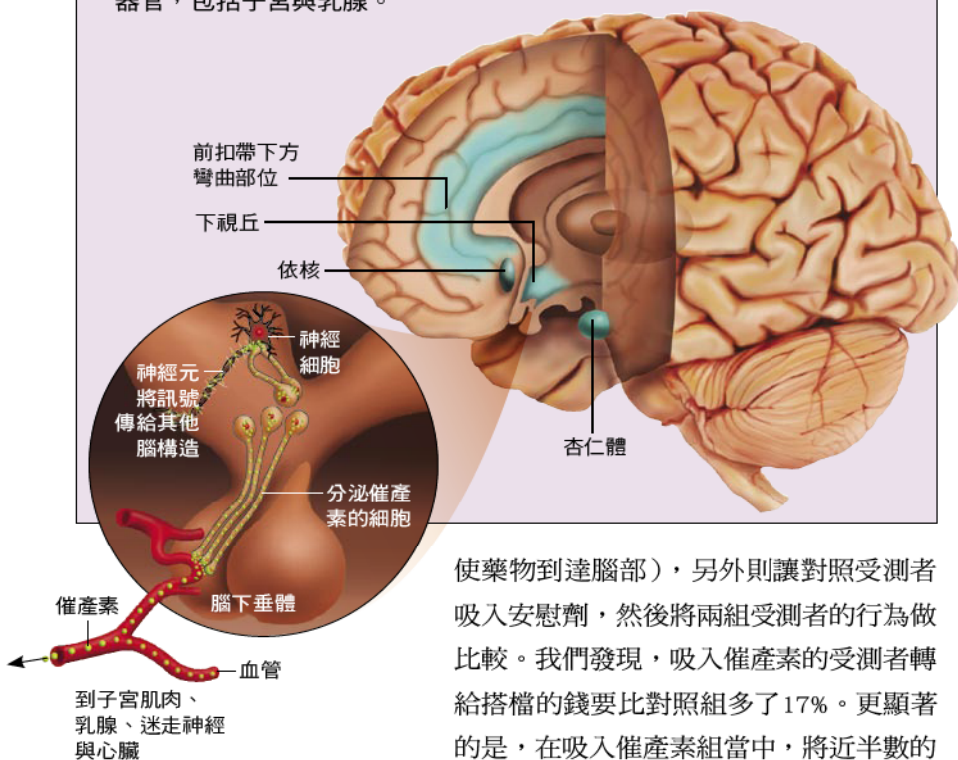
催產素與慷慨

想像要你將10塊錢與陌生人分享，要是這個陌生人接受你的提議，你倆都會拿到錢，但你的提議若被拒絕，你倆什麼都拿不到。這時你會怎麼做？若你是接受提議的一方，你能接受的最小金額會是多少？

這個遊戲可以用來測量慷慨的程度，其中對慷慨的定義是所提供的超乎對方所需。作者實驗室最近進行的一項研究指出，吸入一劑催產素的人所提供的金額，要比吸入安慰劑的人多出80%。而且，吸入催產素的受測者不會對自己所得到的多寡感到不滿。這些結果暗示，催產素可增強對他人的同理心，令人興起協助他人的慾望。

催產素與腦

下圖以綠色標出的幾個腦構造，會分泌催產素並對其產生反應。這些構造有三個共通特性：高密度的催產素受體，能將催產素的「訊息」傳送給神經元；控制情緒與社會行為；調控中腦多巴胺的釋放，讓人感覺到舒服與受到獎勵，因而強化特定行為。催產素與信任相關的效應，雖然來自它在腦裡的活性，但這個化學物質也會作用在其他地方。某些腦細胞會將催產素釋放到血流（細節見左下）去影響多種器官，包括子宮與乳腺。



使藥物到達腦部），另外則讓對照受測者吸入安慰劑，然後將兩組受測者的行為做比較。我們發現，吸入催產素的受測者轉給搭檔的錢要比對照組多了17%。更顯著的是，在吸入催產素組當中，將近半數的1號受測者表現出最大信任，也就是把所有錢都轉給搭檔，約是對照組的兩倍。這個實驗指出，腦中催產素的增加，會降低我們與陌生人互動時自然產生（且十分恰當）的焦慮。不過要注意的是，某些吸入催產素的人並不會表現出高度信任感，顯然就某些人而言，光增加腦中的催產素並不足以克服對陌生人的焦慮。

必須聲明的是，我們的實驗與操控人去散財一點關係都沒有，因為受測者不會因此變成無意志的機器人；推銷員或政客也無法藉由將催產素噴灑於空氣中、或注入食物或飲料中，來強迫其他人相信他們。催產素會在胃腸道中被破壞，因此口服對腦產生不了作用；利用靜脈注射或鼻噴劑，很容易就會被注意到；而從空氣吸入

的量，並不太會增加腦中的濃度。（別被廣告標語「瓶罐裡的信任」騙了。）

不受信任時的化學反應

某個實驗中，一位女受測者因為搭檔只轉給她一點點錢而變得不高興。她的反應讓我們開始思考，當一個人感到不被信任時發生了什麼事。腦裡許多系統都受到對立力量的控制，例如飲食大多受到激素的驅使，這些激素告訴人們何時該吃、何時該停；社交行為或許也有類似的調控，催產素構成了人際互動的正面控制，白話一點就是，當你似乎受人信任時感覺很好，這讓你也想投桃報李。如同前面討論過的，催產素之所以讓哺乳類母親照顧子女，是因為它會讓深處中腦區域的多巴胺分泌出來，這些區域與性及覓食等報償行為相關。我們在後續的實驗發現，起碼在男性身上，有一個與信任的形成相反或負面的控制機制。

當男性2號受測者不受到信任時（1號受測者只轉了一點點錢），體內辜固酮的衍生物「二氫辜固酮」（DHT）會增加。遊戲中越不受到信任的男性，體內DHT的含量就越高。這個分子可以看成是高效的辜固酮，男性在青春期的體毛生長、肌肉發達與聲帶增厚等巨大變化，主要就是透過DHT的作用。DHT濃度的增加，也會讓人在難堪的社交情境下增加肢體衝突的慾望。我們的發現指出，男性不受信任時會有侵略性的反應。

男性與女性都不喜歡自己不被信任，而且程度相仿，但女性不會表現出像男性一樣「激烈」的生理反應。不受信任的男性2號受測者，大多完全不回饋給搭檔，而多數女性則是全盤等比回饋，不管收到金額是多少，都以等比例回饋。雖然我們還不完全清楚這種差異的生理基礎，但我們可把女性看成「冷靜的」反應者。不信任訊息將引發攻擊反應的可能性，或許會讓我們更相信他人，因為要是知道表現出不

信任會引發攻擊的話，我們可能會表現出更多的信任，來防止攻擊行為的出現。

在信任遊戲中利用功能性磁共振造影（fMRI）測量腦活性的研究指出，信任陌生人讓中腦的深處出現強烈反應，多巴胺會結合到這些腦區，讓我們有受到獎勵的感覺。這個結果有助於解釋，何以2號受測者在收到金錢後，即便有損荷包，通常仍會回饋其中一部份給1號受測者。2號受測者感覺受到信任的正面感受，似乎也在精神上獎勵了他們，因而強化了未來表現出讓人信任的慾望。

雖然大部份的人都可以看成值得信任，但我們的研究裡有2%的2號受測者特別不可信任，留下所有或幾乎所有收到的金額，而且重要的是，他們的催產素濃度高得不尋常。這個結果意味著，這些人的催產素受體出現在不應該出現的腦區（例如不會调控多巴胺分泌的區域），或是受體的功能異常。若是受體功能異常，那麼這些神經元根本就無視於催產素的存在，不論濃度有多高。顯然，極不值得信任的人有著類似反社會的人格特質，這些人對他人的苦痛漠不關心，甚至還會幸災樂禍。

從科學建立信任

我的實驗室現在致力於探討腦子裡催產素活性的缺失，是否會造成社交異常特有的障礙。例如，自閉症患者的催產素濃度較低，而其他人的研究指出，補充催產素並不會加強自閉症患者的社交互動。就像信任遊戲裡那些不值得信任的人一樣，這個結果可能也意味著，自閉症患者的催產素受體可能功能失常。

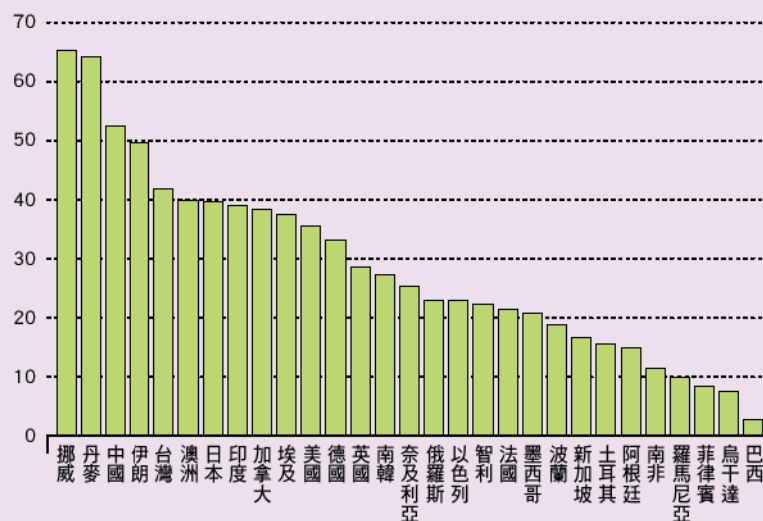
同樣的，富含催產素受體的腦區一旦受損，患者就無法分辨哪些人值得信任、哪些人不值得信任。許多神經與精神疾病都會出現異常的社交互動，包括精神分裂症、憂鬱症、阿茲海默症、社交焦慮症，以及杭丁頓氏症。就像我們在那些不值得信任的人身上看到的情形，催產素系統缺

不同國家人民的信任

作者對不同國家的信任感研究，促使他去探討催產素在建立信任感時所扮演的角色。這項研究試圖找出哪些社會、政治以及經濟因素，可以用來解釋不同國家的人在回答「你覺得人大多值得信賴嗎？」這個問題所呈現的差異。

不同國家的信任度

認為人們大多值得信賴的百分比（%）



失可能在這些疾病上扮演一角。更加了解催產素的運作，可能會帶來新療法。

體內催產素的運作似乎是動態的，這種肽會與一生中時時刻刻都在變動的激素及神經傳遞物產生互動。舉例來說，雌性素會促進身體組織吸收催產素，而黃體激素的作用剛好相反。這些作用意味著，生理與環境因素都會影響我們社交互動的慾望；同時也表示說，在我們的人生過程中，生活經驗可能會將催產素機制「重調」到不同的「設定點」，進而重設不同的信任程度。生活在一個安全、有教養的環境，別人的信任可能會刺激我們分泌更多的催產素，並報以相同的信任；壓力、不確定性以及孤立，都會妨礙信任的建立。只要我們繼續研究下去，將更加了解這個簡單的肽，如何讓人們對周遭的人（甚至是陌生人）產生同理心與持續的信任感。

SA

黃榮棋 長庚大學醫學院生理暨藥理學副教授，主要研究哺乳動物生物時鐘與細胞離子通道表現。

延伸閱讀

Monogamy and the Prairie Vole. C. Sue Carter and Lowell L. Getz in *Scientific American*, June 1993

Neuroendocrine Perspectives on Social Attachment and Love. C. S. Carter in *Psychoneuroendocrinology*, Vol. 23, No. 8, pages 779–818; November 1998.

How Love Evolved from Sex and Gave Birth to Intelligence and Human Nature. C. A. Pedersen in *Journal of Bioeconomics*, Vol. 6, No. 1, pages 39–63; January 2004.

Oxytocin Increases Trust in Humans. M. Kosfeld et al. in *Nature*, Vol. 435, pages 673–676; June 2, 2005.

Oxytocin Is Associated with Human Trustworthiness. P. J. Zak et al. in *Hormones & Behavior*, Vol. 48, pages 522–527; December 2005.

Oxytocin Increases Generosity in Humans. Paul J. Zak, Angela A. Stanton and Sheila Ahmadi in *PLoS ONE*, Vol. 2, No. 11, page e1128; November 2007.

美國克萊蒙研究學院神經經濟研究中心網址：www.neuroeconomicstudies.org