# מולקולות המשתתפות בתגובת החיסון

## שאלות

1. נגיפי רובלה (הגורמים לאדמת) עלולים לפגוע בעובר של אישה הרה שלא חוסנה בעבר נגד נגיפים אלו, אולם לא ייגרם נזק לעובר כאשר האישה מחוסנת משום שנחשפה לנגיף בעבר. לפיכך חשוב לקבוע, אם אשה הרה שפיתחה פריחה בשליש הראשון של ההיריון מחוסנת מפני אדמת. השאלות שלהלן מתייחסות לקטע ולאיור שלפנינו:



1. תאר את התוצאות המובאות בגרף.
2. כיצד ניתן לקבוע אם אישה הרה חוסנה בעבר נגד אדמת או נחשפה לראשונה לנגיף האדמת סמוך למועד הבדיקה (בתקופת ההיריון) ?
3. הסבר מדוע בחשיפה חוזרת לנגיפי האדמת לא יגרם נזק לעובר.
4. לפניך גרף המתאר את רמת האימונוגלובולינים של עובר ושל תינוק.



1. מתי, לדעתך, פגיע התינוק במיוחד להידבקות במחלות זיהומיות?
2. זמן מחצית החיים של אימונוגלובולינים הוא הזמן שבו ריכוזם בסרום יורד לחצי (כאשר אין ייצור מולקולות חדשות). האם תוכל לקבוע על פי הגרף את זמן מחצית החיים של האימונוגלובולנים בסרום? (בתנאים נורמליים על כל מולקולה שנהרסת נוצרת מולקולה אחרת, כך שריכוז החומר קבוע.
3. ריכוז האימונוגלובולינים בסרום נורמלי הוא בערך 15 מיליגרם למיליליטר אחד. על בסיס תשובתך הקודמת, האם תוכל להעריך את כמות האימונוגלובולינים שמייצר אדם שגופו מכיל חמישה ליטרים . סרום במשך יום אחד? הסבר את חישובך
4. האם תגובתו של תינוק להידבקות בחיידק שהאם הייתה מחוסנת . נגדו תהא ראשונית או שניונית?
5. ערוך השוואה בין התכונות של שלושת הסוגים של המולקולות המשתתפות בקישור האנטיגן (אימונוגלובולין, קולטן T ומולקולת MHC). קריטריונים להשוואה: האם המולקולה מצויה בקרום התא? האם המולקולה מופרשת? האם המולקולה בנויה מאזור קבוע ומאזור משתנה? האם המולקולה קושרת אנטיגן לאחר שזה עבר עיבוד? האם המולקולה ספציפית לדטרמיננטה אנטיגנית אחת?
6. לפניך קטע מהעיתונות היומית הדן בקשר שבין תאים סרטניים שמציגים פפטידים סרטניים הקשורים למולקולת MHC מסוג 1 לבין היכולת של התאים הללו לחמוק ממערכת החיסון: על פני השטח של התא הסרטני קיימות מולקולות MHC מסוג 1, אליהן קשור פפטיד סרטני. כאשר התא הסרטני נתקל בתא T של המערכת החיסונית, תא ה- T מזהה את הפפטיד הסרטני, ה"מוגש" לו (על ידי מולקולת MHC מסוג 1) על פני השטח של התא הסרטני כ"אויב", ומחסל אותו. בתאים סרטניים יוצרי גרורות מסוימים נצפתה תופעה מעניינת מאוד: בתאים אלה הגן האחראי לייצור מולקולת MHC מסוג 1 אינו פעיל. לכן מולקולות MHC מסוג 1, לא נוצרות. בתאים אלה אין מי ש"יגיש" את הפפטיד הסרטני לתאי ה- T, כך תאי T אינם מזהים את תאי הסרטן כאויבים, ומניחים להם לעבור בשלום. "לפיכך", אומר פרופ' מ' פלדמן ממכון ויצמן למדע, "אם נחדיר לתאי הסרטן האלה את הגן האחראי לייצור של מולקולת MHC מסוג I, נגרום להם לזהות את עצמם לפני תאי ה- T, ואלה כבר ישלימו את המלאכה". החדרת גן כזה לתא סרטני משולה לציודו במנגנון של "פיצוץ עצמי".

מבוסס על כתבה של י' עזגד שפורסמה בעיתון הארץ, מאי 1992.
הסבר, על פי קטע זה, מהו המנגנון המאפשר לתאים הסרטניים הממאירים לחמוק ממערכת החיסון.

## תשובות

1.

א. התוצאות בגרף מראות כי במקרה של IgM כמויות הנוגדנים שנוצרו שוות בתגובה הראשונית ובתגובה השניונית, ואולם הן שונות במקרה של IgG.

ב. נגיפים רבים וביניהם נגיף האדמת גורמים לחיסון. אי לכך חשיפות חוזרות לנגיף, לאחר שהאדם התחסן מחשיפה ראשונה, לא יגרמו למחלה. ניתן להבחין בין הדבקה טריה לחיסון 'משכבר הימים' על ידי בדיקה של ריכוז הנוגדנים ממחלקת IgG הספציפיים לנגיף האדמת. ריכוז מעל סף מסוים מראה כי האישה מחוסנת בפני אדמת. מעל ריכוז זה הנגיף מנוטרל בטרם חדר לתאים וגרם למחלה. כמובן, ניתן לעורר את השאלה, כיצד נשמר ריכוז גבוה של נוגדנים ספציפיים לנגיף האדמת במשך שנים רבות.

ג. בחשיפה חוזרת מערכת החיסון מגיבה בתגובת חיסון שניונית, דהיינו, חולף פרק זמן קצר מהחשיפה לנגיף ועד להופעה של נוגדנים ותאים ציטוטוקסיים ספציפיים; עצמת התגובה גבוהה וזמן פעולתה ארוך, וכתוצאה מכך הנגיף אינו גורם למחלה.

2.

א. על פי הגרף תינוק פגיע במיוחד למחלות זיהומיות מגיל חודש עד שלושה חודשים בערך. בתקופה זו ריכוז הנוגדנים מהאם כבר ירד לרמה נמוכה ואילו ריכוז הנוגדנים שגוף התינוק מייצר עדיין לא הגיע לרמה מספקת.

ב. זמן מחצית החיים של IgG בסרום של אדם הוא 20 יום בקירוב. לפי הגרף שלפנינו נוכל לראות כי ירידה מ10- מ"ג/מ"ל ל- 5 מ"ג/מ"ל חלה בערך בזמן כזה (קשה לדייק בחישוב זה, מאחר שציר ה- X מסומן בחודשים ולא בימים). בזמן כפול מזה, כלומר 40 יום, יגיע ריכוזו לחצי מהחצי, כלומר ל-2.5 מ"ג/מ"ל, וכן הלאה.

ג. זמן מחצית החיים של ה- IgG הוא 20 יום. בפרק זמן זה מחצית מולקולות ה- IgG נהרסות, ובמקומן נוצרות מולקולות אחרות. על כן לאדם עם 5 ליטרים סרום וריכוז IgG של בערך 15 מ"ג/מ"ל צריכים להיווצר ב- 20 יום 7.5¥5000 מ"ג. כמובן, ביום אחד צריך להיווצר רק 0.2 מכמות זאת: בערך 2 גרם. דבר זה מתבטא גם בגרף.

ד. מאחר שהאם הייתה מחוסנת מפני החיידק, גם התינוק יהיה מחוסן מפניו כל עוד נותרים בדמו נוגדנים מהאם. נוגדנים אלה אינם מקנים זיכרון חיסוני (חוץ ממקרים נדירים מאוד). על כן הדבקתו של התינוק בחיידק כנ"ל תהיה ראשונית.

3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| נקודות להשוואה | אימונוגלובולין | קולטן T | חלבוני MHC |
| הימצאותבקרום התא | + | + | + |
| הפרשה | + | - | - |
| אזור קבוע ואזור משתנה | + | - | + |
| קישור לאנטיגן שעבר עיבוד | - | + | + |
| ספציפיות לדטרמיננטה אחת | + | + | - |

4. בתאים אלה אין מי שיציג את הפפטיד האנטיגני הסרטני לתאי T, ועל כן תאי T אינם מזהים את התאים כתאי מטרה ואינם נקשרים אליהם.