

همسانه‌سازی ژن *SOX2* انسانی در ناقل لنتی ویروسی و القای ژنی در سلول‌های HEK293T

انسیه درباری^۱، زهرا سهیلا سهیلی^۲

چکیده

سابقه و هدف

ژن *SOX2* در میان گونه‌ها، حفاظت شده بوده و از فاکتورهای مهم در القای سلول‌های پیش‌ساز از سلول‌های تمایز یافته می‌باشد که موجب حفظ خاصیت پرتوانی سلول‌های پیش‌ساز می‌شود. *SOX2*، *OCT4*، *eMYC* و *KLF4* سبب باز برنامه‌نویسی سلول‌های سوماتیک به سلول‌های بنیادی می‌شوند. امروزه از ژن *SOX2* در جهت تولید سلول‌های iPS و سلول درمانی استفاده می‌شود. در این تحقیق همسانه‌سازی ژن *SOX2* در ناقل لنتی ویروس و آلوده‌سازی سلول‌های HEK293T بررسی شد.

مواد و روش‌ها

در یک مطالعه تجربی، توالی کدکننده ژن *SOX2* سنتز و در ناقل همسانه‌سازی pUC57 دریافت گردید. ژن ساخته شده در ناقل بیانی لنتی ویروس pLEX-MCS ساب - کلون شد. سازه نو ترکیب توسط روش‌های PCR، هضم آنزیمی و توالی‌یابی تایید شد. ذرات لنتی ویروس در سلول‌های تولید کننده HEK293T تولید شدند. از وکتور لنتی ویروسی حاوی ژن GFP به عنوان کنترل استفاده شد. سلول‌های HEK293T توسط ذرات ویروسی آلوده شده و به وسیله مقاومت به آنتی‌بیوتیک پورومایسین انتخاب گردیدند. بیان *SOX2* در سلول‌های HEK293T توسط RT-PCR بررسی شد.

یافته‌ها

سازه نو ترکیب بیان کننده *SOX2* ساخته و تایید گردید. سلول‌های HEK293T توسط ذرات ویروس آلوده شدند و پس از ۲۴ ساعت، بیش از ۹۰٪ سلول‌های HEK293T بیان GFP را از خود نشان دادند. با استفاده از روش RT-PCR بیان *SOX2* در سلول‌های HEK293T تایید شد.

نتیجه‌گیری

سلول‌های HEK293T با موفقیت سازه‌های نو ترکیب را دریافت و ژن‌های GFP و *SOX2* را بیان نمودند.

کلمات کلیدی: فاکتور رونویسی *SOX2*، وکتورهای کلونینگ، پروتئین‌های فلورسنت سبز

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۳۰

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سلولی و مولکولی - پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و تکنولوژی زیستی - تهران - ایران
۲- مؤلف مسئول: PhD بیوشیمی - استادیار پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و تکنولوژی زیستی - تهران - ایران - صندوق پستی: ۱۴۹۶۵/۱۶۱

مقدمه

در طی تکامل جنینی با تقسیم سلولی، تمایز، مهاجرت و تشکیل اندام‌ها، خاصیت پرتوانی این سلول‌های بنیادی به طور برگشت‌ناپذیر از دست می‌رود. در سال ۲۰۰۶ تاکاهاشی و یاماناکا با بیان چهار فاکتور *KLF4*، *c-MYC*، *SOX2* و *OCT4* در سلول‌های تمایز یافته فیبروبلاست، سلول‌های شبیه سلول‌های بنیادی جنینی تولید کردند (۱). این سلول‌ها، سلول‌های بنیادی پرتوان القایی (iPSC = induce Pluripotent Stem Cell) نامیده شدند. مزیت ایجاد سلول‌های پرتوان القایی در توانایی آن‌ها در تمایز به تمامی سلول‌های بالغ است. از این رو می‌توان از آن‌ها در درمان بیماری‌های غیر قابل درمان مانند بیماری‌های پارکینسون، آلزایمر، بیماری‌های قلبی و تخریب عصبی استفاده نمود (۲). این فرآیند تولید سلول‌های بنیادی القایی از سلول‌های تمایز یافته «دوباره باز برنامه‌نویسی (reprogramming)» نامیده شد. به دلیل این که منشا اولیه این سلول‌ها می‌تواند خود بیمار باشد، کاربرد این سلول‌ها در سلول درمانی سیستم ایمنی بدن را تحریک نمی‌کند. علاوه بر این، تکنولوژی حاضر به محققان این امکان را می‌دهد که بتوانند بیماری‌ها را در محیط *in vitro* مدل‌سازی کنند و عوامل مؤثر در پیشرفت یا درمان و کنترل بیماری را شناسایی نموده و بهترین روش درمان را انتخاب نمایند (۳). اما استفاده از تکنولوژی سلول‌های بنیادی پرتوان القایی دارای معایبی نیز می‌باشد (۴). فاکتورهای *c-MYC* و *KLF4* می‌توانند سبب ایجاد تومور گردند (۵). هم‌چنین برای انتقال فاکتورهای رونویسی القایی باید از لنتی ویروس‌ها استفاده نمود که گاهی با داخل شدن ژنوم ویروس به داخل ژنوم میزبان، جهش و سرطان زایی رخ می‌دهد (۶). امروزه برای جلوگیری از تومورزایی توسط فاکتورهای *c-MYC* و *KLF4* تنها از دو ژن *SOX2*، *OCT4* برای دوباره باز برنامه‌نویسی استفاده می‌گردد (۷).

ژن پروتئین *SOX2* برای تولید پروتئین‌هایی که در تشکیل بافت‌های مختلف در طی تکامل جنینی نقش حیاتی دارند، لازم است. *SOX2* در زیگوت بیان شده و بیان آن بین مرحله مرولا و بلاستوسیت افزایش پیدا می‌کند.

پروتئین آن ۳۱۷ اسید آمینه دارد و به مناطق خاص ژنوم متصل شده و فعالیت ژن‌ها را تنظیم می‌کند (۸).

این پروتئین با *OCT4* بر روی DNA کمپلکس تشکیل می‌دهد و بیان تعدادی از ژن‌ها مانند:

Yamaguchi sarcoma viral oncogene homolog1 (*YES1*)
Fibroblast Growth Factor (*FGF4*)
Undifferentiated embryonic cell Transcription Factor 1, (*UTF1*)
Zinc Finger protein (*ZFP206*)

و

F-box and leucine-rich repeat protein (*FBX*)
را که در تکامل جنینی نقش دارند کنترل می‌کند. کمپلکس *OCT4* و *SOX2* با پروتئین *Nanog* واکنش داده و رونویسی فاکتور *Rex1* را تنظیم می‌کند و موجب حفظ خاصیت پرتوانی سلول‌ها می‌شود (۹).

ژن درمانی یک روش درمانی جدید برای درمان بیماری‌های ژنتیکی، متابولیکی، سرطان، عصبی و ایدز می‌باشد. هدف اصلی از ژن درمانی، انتقال یک ژن خاص به سلول مورد نظر و بیان این ژن برای درمان بیماری است (۱۰). برای ژن درمانی و انتقال ژن مورد نظر به داخل سلول، روش‌های متعددی وجود دارد. این روش‌ها به دو دسته ویروسی و غیر ویروسی تقسیم می‌شوند.

در روش‌های غیر ویروسی، انتقال ژن به وسیله ویروس‌های مصنوعی (لیپوزوم‌ها با ترکیبات مصنوعی)، پلاسمیدهای باکتریایی، وکتورهای پروتئین-چربی و کروموزوم‌های مصنوعی انجام می‌شود (۱۱).

در روش‌های ویروسی، وکتورهای ویروسی-*adeno-flavor*، *retroviruses*، *adenoviruses*، *associated viruses* و *viruses-herpes-simplex* استفاده می‌شوند. هر گروه از این وکتورها برای ژن درمانی در انسان دارای محدودیت‌هایی هستند. به عنوان مثال *adenovirus* و *herpes-simplex viruses* با القای سیستم ایمنی میزبان، مانع انتقال پایدار ژن در ژنوم میزبان می‌شوند و انتقال ژنوم در *adeno-associated viruses* وابسته به وکتورهای کمکی می‌باشند در حالی که توانایی‌های منحصر به فرد لنتی ویروس‌ها مانند توانایی انتقال ژن به صورت کارآمد و با بازدهی بالا به انواع سلول‌های پستانداران، بیان طولانی مدت ژن نوترکیب، توانایی انتقال ژن به سلول‌های تقسیم شونده و غیر تقسیم شونده، عدم ایجاد پاسخ ایمنی

بعد از دریافت سازه ژنی pCR2.1-SOX2، این سازه نو ترکیب به باکتری *E.coli-DH5a* مستعد (Competent) با روش شوک حرارتی ترانسفرم گردید و سپس روی پلیت LB حاوی آنتی بیوتیک آمپی سیلین کشت و در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شد. از کلونی های رشد کرده بر روی پلیت حاوی آمپی سیلین استخراج پلاسمید با کیت DNA-spin™ Plasmid Purification Kit (کیاژن، آلمان) صورت پذیرفت.

واکنش هضم آنزیمی از سازه pCR2.1-SOX2 و بازیابی ژن SOX2:

بعد از تایید شدن سازه نو ترکیب pCR2.1-SOX2، ژن SOX2 توسط واکنش هضم آنزیمی با آنزیم های *BamHI* و *XhoI* برش خورده و روی ژل آگارز ۱٪ الکتروفورز شد. بدین منظور واکنش هضم آنزیمی در حجم زیادتر (۵۰ میکرو لیتر) انجام گردید و بعد از جدا شدن باندها در روی ژل آگارز ۱٪، باند مربوط به ژن SOX2 (۹۶۶ جفت باز) از روی ژل توسط تیغ اسکالپل بریده شده و توسط کیت تخلیص از روی ژل High Pure DNA Purification Kit شرکت رُوش، تخلیص و برای کلون شدن در پلاسمید pLEX-MCS-pur (ترموسایتیفیک) مورد استفاده قرار گرفت.

واکنش اتصال و تایید سازه نو ترکیب pLEX-SOX2-pur:

در مرحله بعد، ژن تخلیص شده از روی ژل جهت واکنش لیگاسیون ۱ با ناقل pLEX-MCS مورد استفاده قرار گرفت. به این منظور ابتدا واکنش هضم آنزیمی بر روی ناقل pLEX-MCS توسط آنزیم های *BamHI* و *XhoI* انجام پذیرفت و سپس واکنش لیگاسیون به مدت ۱۶ ساعت در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد با نسبت ۳:۱ از ناقل به ژن هدف انجام گرفت.

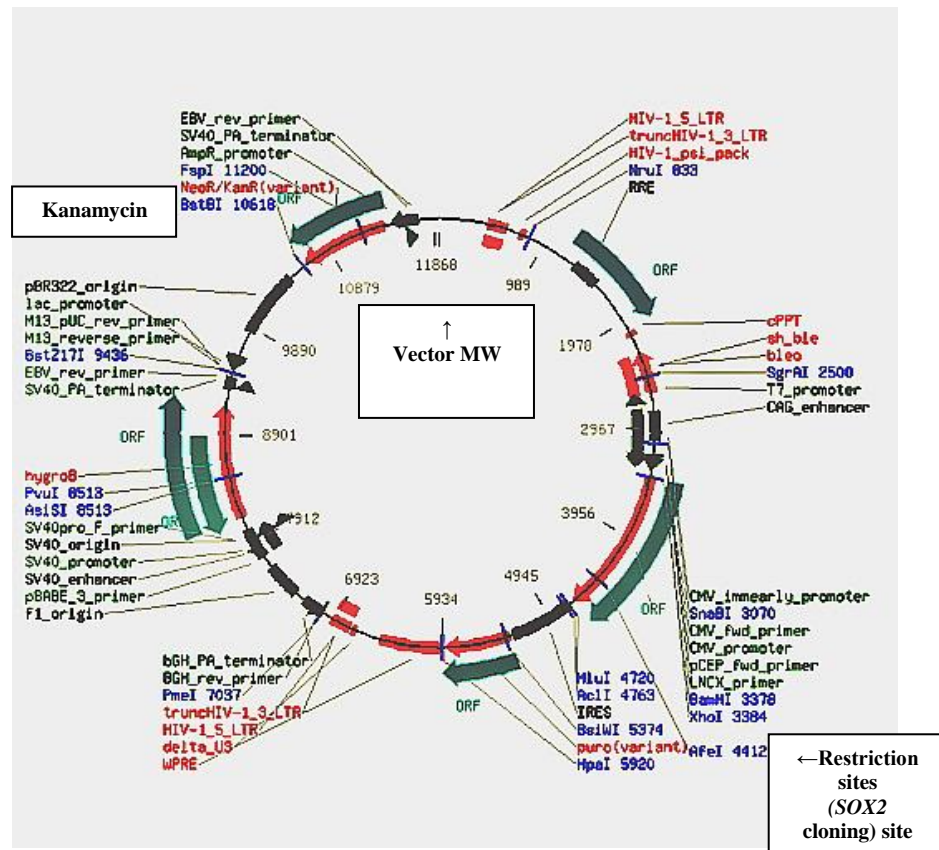
محصول لیگاسیون به باکتری *E.coli-DH5a* مستعد ترانسفرم گردید و روی پلیت LB حاوی ۵۰ میکروگرم آنتی بیوتیک کانامایسین کشت داده شد و در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی گراد به صورت شبانه قرار گرفت. روز بعد از کلونی های رشد یافته استخراج پلاسمید انجام شد و

ناخواسته و توانایی بیان نسبتاً بالای یک ژن در انواع سلول های پستانداران، مثل انواع رده های سلول های بنیادی، منجر به استفاده گسترده از این وکتورها در ژن درمانی در محیط *in vivo* و *in vitro* گردیده است. با این حال اشکالات و نگرانی هایی نیز در استفاده از این ابزار مهم وجود دارد. ملاحظات موجود عبارتند از امکان تولید لنتی ویروس های قادر به همانند سازی، جابه جایی حامل توسط رترو ویروس درونزا مستقر در ژنوم بیماران، جهش زایی افزایشی که منجر به سرطان می شود، تغییر ژرم - لاین که منجر به اثرات بین نسل ها شده و انتشار ویروس های جدید از بیماران ژن درمانی شده (۱۲). برای تولید لنتی ویروس حاوی ژن مورد نظر در محیط *in vitro*، از سلول های HEK293T استفاده می گردد. لنتی ویروس های نو ترکیب را می توان از ترنسفکت هم زمان وکتور ناقل ژن به همراه وکتورهای کمکی کدکننده آنزیم ها و نوکلئوپوشش ها و غشا به سلول های HEK293T تولید کرد. این ویروس های نو ترکیب را می توان از محیط رویی سلول های HEK293T جمع آوری کرد. ژن های پوششی مختلف اجازه تولید لنتی ویروس های سرو تایپ مختلفی را می دهد که تروپیس م های (تمایل نسبت به سلولی خاص) متفاوتی را نشان می دهند (۱۳). این تحقیق مقدمه ای برای استفاده از ناقلین ساخته شده در آلوده سازی سلول های بنیادی مزانشیمی مغز استخوان است. در این مرحله هدف تولید ذرات ویروسی ناقل ژن مورد نظر، اثبات آلوده شدن یک نوع سلول آزمایشی و بیان ژن مورد نظر و صحت عملکرد سازه ها بود.

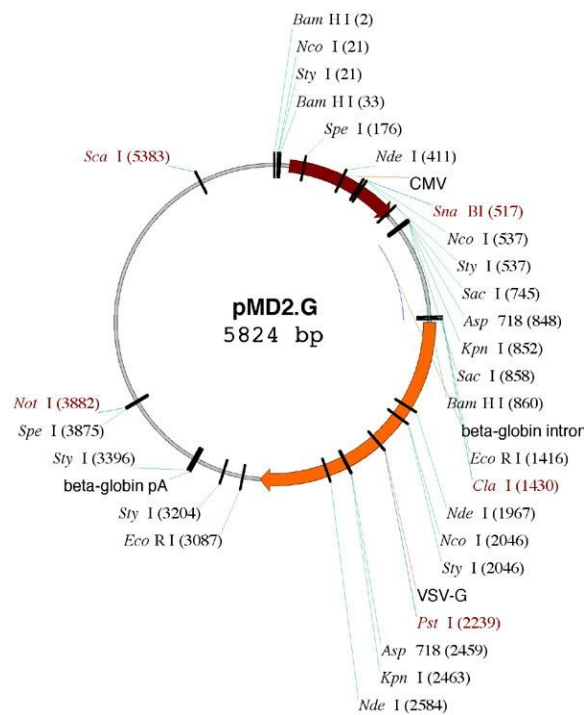
مواد و روش ها

تایید سازه نو ترکیب PCR2.ISOX2 توسط هضم آنزیمی:

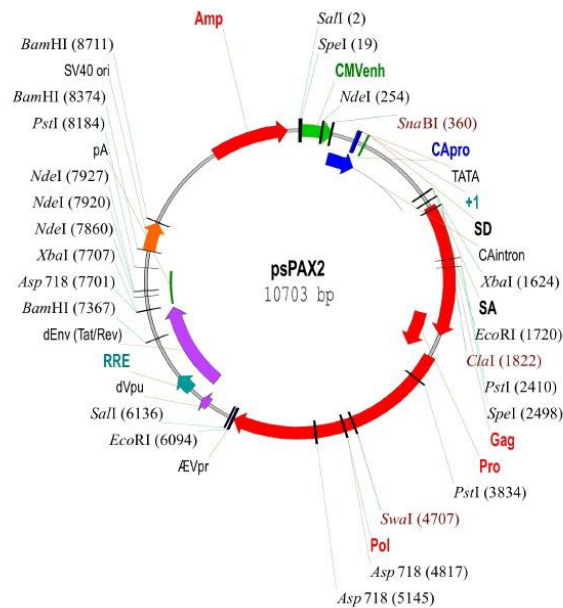
در یک مطالعه تجربی، با توجه به توالی های موجود در بانک اطلاعاتی NCBI، توالی ژن SOX2 تعیین و سفارش ساخت به شرکت Eurofin MWG Operon آلمان ارائه گردید. در هنگام طراحی توالی جهت تسهیل مراحل بعدی همسانه سازی، در انتهای 5' جایگاه برشی *XhoI* و در انتهای 3' جایگاه برشی *BamHI* قرار داده شد. در نهایت ژن SOX2 ساخته شده و در پلاسمید pCR2.1 دریافت گردید.



شکل ۱: وکتور pLEX-MCS SOX2 (۱۴)



شکل ۲: وکتور pMD2G (۱۴)



شکل ۳- وکتور psPAX2 (۱۴)

زمان همراه با حباب‌سازی توسط پیست و پیتور بود. محلول فوق به مدت ۲۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شد و پس از آن به صورت قطره قطره به پلیت حاوی سلول اضافه گردید.

تایید بیان سازه نوترکیب در سلول‌های HEK293T:

جهت تایید قدرت بیان سازه نوترکیب pLEX-SOX2-pur، این سازه به تنهایی و بدون ناقل‌های کمکی با استفاده از روش کلسیم فسفات به سلول‌های HEK293T ترانسفکت گردید. ۲۴ ساعت بعد از ترانسفکت، استخراج RNA از سلول‌های HEK293T صورت گرفت. پس از ساخت cDNA و انجام واکنش PCR، بیان ژن SOX2 روی ژل آگارز بررسی گردید.

یافته‌ها

برای تخلیص ژن SOX2، واکنش هضم آنزیمی از سازه PCR2.1-SOX2 صورت گرفته و باند مربوط به ژن SOX2 از روی ژل تخلیص گردید (شکل ۴).

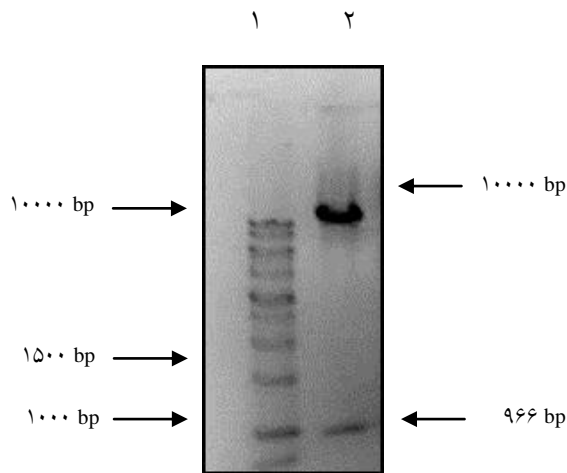
بعد از همسانه‌سازی، سازه نوترکیب pLEX-SOX2-pur، آزمایش‌های تاییدی برای اطمینان از صحت همسانه‌سازی صورت گرفت. با استفاده از PCR با

واکنش هضم آنزیمی توسط آنزیم‌های BamHI و XhoI صورت گرفت.

تولید ذرات لتی ویروس حاوی ژن SOX2:

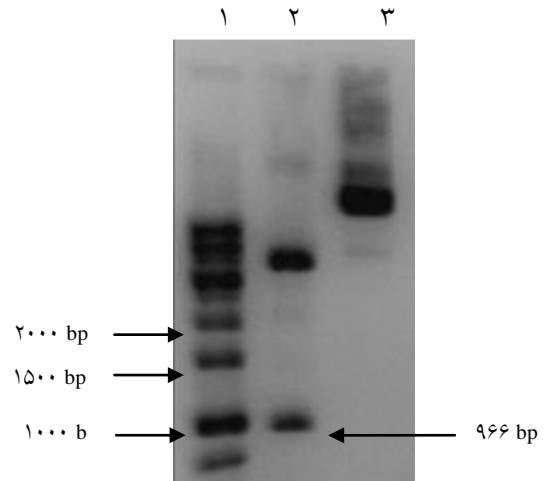
سازه نوترکیب pLEX-SOX2-pur به همراه دو ناقل کمکی pMD2G و psPAX2 به صورت انتقال هم زمان و با روش کلسیم فسفات به سلول‌های HEK293T منتقل شدند (شکل‌های ۱-۳). ذرات لتی ویروس در سلول‌های HEK293T تولید شد و سپس سلول‌های HEK293T توسط ذرات ویروسی آلوده گردیدند. سلول‌های آلوده شده توسط مقاومت به آنتی‌بیوتیک پورومایسین انتخاب شدند.

مراحل ترانسفکشن بدین شرح صورت گرفت: کشت سلول‌های HEK293T ۲۴ ساعت قبل از ترانسفکشن انجام شد و سپس ۲ mL از ۴ mL محیط کشت با ۲ mL محیط تازه بدون سرم تعویض گردید. برای ترانسفکشن ابتدا در یک ویال استریل DNA، CaCl₂ و آب تزریقی استریل کاملاً با هم مخلوط گردید و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط انکوبه شد. سپس این محلول به لوله فالکون حاوی ۴۳۵ μL محلول از (۱۰ X) HBS و بافر فسفات و کلسیم کلراید ۲ مولار و سود یک نرمال اضافه گردید. اضافه شدن محلول DNA به محلول فوق به صورت قطره قطره و هم

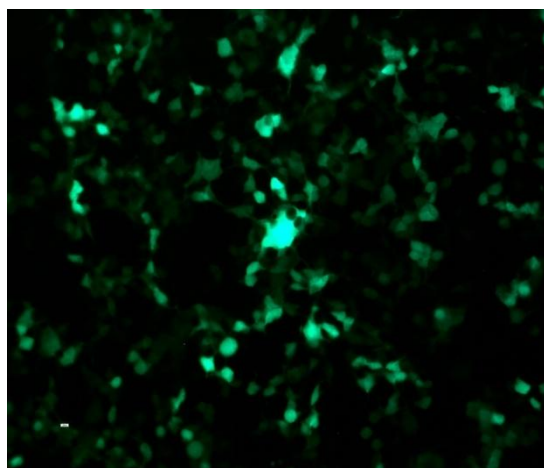
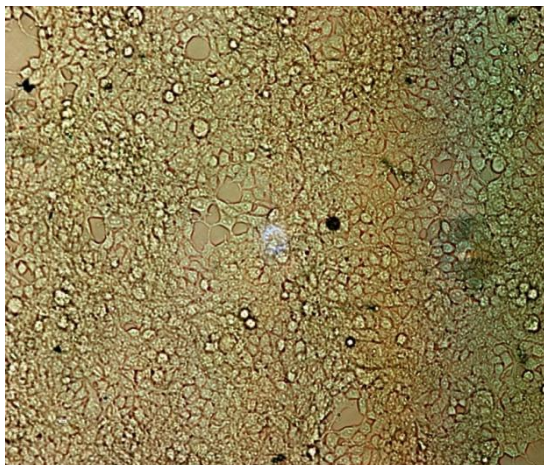


شکل ۶: الکتروفورز مربوط به هضم آنزیمی از سازه نوترکیب
محصول ۱- pLEX-SOX2-pur DNA ، ۲- محصول
هضم آنزیمی

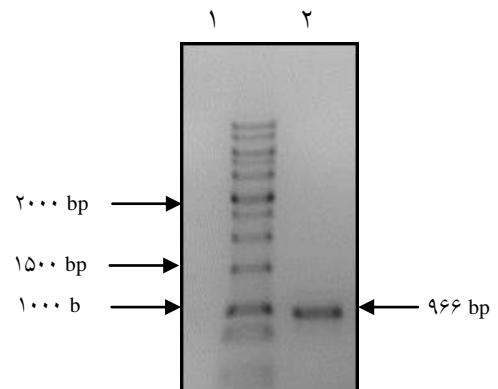
آغازگرهای اختصاصی دو سر ژن، باند مربوط به *SOX2*
(۹۶۶ جفت باز) روی ژل آگارز ۱٪ مشاهده شد (شکل
۵).



شکل ۴: الکتروفورز مربوط به استخراج miniprep و هضم آنزیمی
از pCR2.1-SOX2 -۱، ۱Kb DNA Ladder BIORON -۲،
محصول هضم آنزیمی، ۳- محصول استخراج



شکل ۷- بیان *GFP* در سلول‌های HEK293T (۱۰۰ X)



شکل ۵: الکتروفورز مربوط به انجام PCR از pLEX-SOX2-pur
برای ژن *SOX2* -۱ 1Kb DNA ladder Bioron -۲ محصول PCR

ترادف آغازگرهای *SOX2*:

آغازگر جلوبرنده: (ATGTATAATATGATGGAGACTGAG)

آغازگر معکوس: (TCGCATGTAGAGGGGCAG)

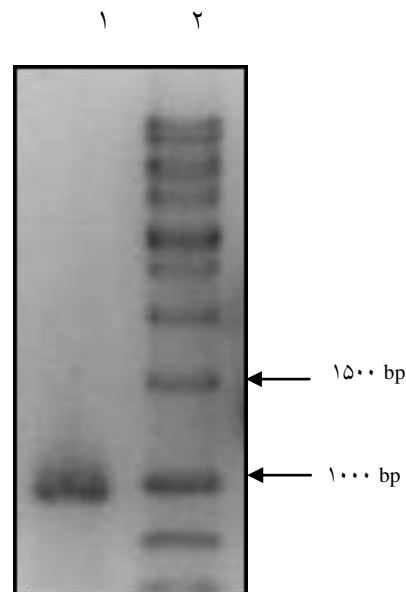
به منظور اطمینان بیشتر، هضم آنزیمی روی پلاسمید
استخراج شده حاکی از همسانه‌سازی صحیح ژن *SOX2* در
ناقل مورد نظر بود (شکل ۶). هم چنین، تعیین توالی سازه
نوترکیب با آغازگرهای اختصاصی پیشرو و پسرو انجام
شد. توالی فرستاده شده با استفاده از نرم‌افزارهای Edit Seq

(۱۶، ۱۵). برای مثال، در رتینیتیس پیگمنتوزا سلول‌های فوتورسپتور از بین می‌روند. جایگزین درمانی برای این مورد شامل ترنسپلنت سلول‌هایی است که با شبکه میزبان همراه شده و به عنوان فوتورسپتور عمل می‌کنند (۱۸، ۱۷). در کنار اهمیت انتخاب منبع سلولی مناسب، یکی دیگر از مباحث بسیار با اهمیت در سلول درمانی و ژن درمانی انتخاب یک ناقل مناسب می‌باشد (۲۰، ۱۹). لنتی ویروس‌ها به عنوان ناقل، دارای ویژگی‌های منحصر به فردی مانند توانایی انتقال ژن به صورت کارآمد و با بازدهی بالا به انواع سلول‌های پستانداران، بیان طولانی مدت ژن نو ترکیب، توانایی انتقال ژن به سلول‌های تقسیم شونده و غیر تقسیم شونده و عدم ایجاد پاسخ ایمنی ناخواسته، می‌باشند که سبب استفاده گسترده از این ناقل‌ها برای ژن درمانی در محیط *in vivo* و *in vitro* گردیده است (۲۲، ۲۱). یکی از راه‌های ایجاد تمایز هدفمند در سلول‌های بنیادی، استفاده از بیان فاکتورهای رونویسی جهت تمایز سلول‌ها در محیط *in vitro* و سپس استفاده از این سلول‌های تمایز یافته و یا نیمه تمایز یافته جهت سلول درمانی می‌باشد. با توجه به مزیت‌های ذکر شده برای استفاده از سیستم‌های لنتی ویروسی، در این تحقیق، از سیستم سه ناقلی لنتی ویروسی pLEX-MCS استفاده گردید. در ناقل ترانسفر مورد استفاده در این پژوهش، ژن *SOX2* به همراه ژن مقاومت به پورومایسین به صورت هم زمان بیان می‌شوند. در نتیجه می‌توان گفت که در سلول‌هایی که مقاومت به پورومایسین را نشان می‌دهند، ژن *SOX2* نیز به صورت هم زمان بیان گردیده است که البته این موضوع توسط Real-Time PCR بررسی و تایید شد. یکی از راه‌های ایجاد تمایز هدفمند در سلول‌های بنیادی، استفاده از بیان فاکتورهای رونویسی جهت تمایز سلول‌ها در محیط *in vitro* و سپس استفاده از این سلول‌های تمایز یافته و یا نیمه تمایز یافته جهت سلول درمانی می‌باشد. برای جایگزین سلول درمانی سلول‌های آسیب دیده از طریق بهره‌مندی از سلول‌های بنیادی، وجود یک ژن تنظیم‌گر بنیادی که تمامی نیازهای تمایزی را برآورده سازد، مهم‌ترین عامل است. در این تحقیق با توجه به ویژگی‌های ژن *SOX2* و نقش مهم آن در پایداری

و Seq Man مورد بررسی قرار گرفت و پس از هم ردیفی توالی با داده‌های بانک ژنی، صحت توالی کلون شده تایید گردید.

به عنوان کنترل از ناقل لنتی ویروس حاوی ژن *GFP* جهت ترنسفکت سلول‌های HEK293T استفاده گردید. بعد از ترنسفکت سازه حاوی *GFP* به سلول‌های HEK293T، محیط رویی این سلول‌ها بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت جمع‌آوری گردید. سپس سلول‌های HEK293T توسط رقت $10^{-3} \times 2$ از نمونه ویروس‌های جمع‌آوری شده آلوده گردیدند و مشاهده شد که پس از ۲۴ ساعت، بیش از ۹۰٪ سلول‌های HEK293T بیان *GFP* (Green Fluorescent protein) را نشان دادند (شکل ۷).

۲۴ ساعت بعد از ترنسفکت، استخراج RNA از سلول‌های HEK293T صورت گرفت. نتایج RT-PCR بیان ژن *SOX2* در سلول‌های HEK293T را تایید نمود (شکل ۸).



شکل ۸: الکتروفورز مربوط به تایید بیان وکتور pLEX-MCS *SOX2* در سلول‌های HEK293T ترنسفکت شده. ۱- محصول PCR، ۲- 1 Kb ladder DNA، BiORON

بحث

سلول درمانی یک روش در پزشکی ترمیمی می‌باشد که در آن سلول‌های سالم با سلول‌هایی که مرده‌اند و یا در عملکرد آن‌ها اختلال به وجود آمده جایگزین می‌شوند

می‌گیرند. در مطالعه‌های مشابه انجام شده دو جنبه از عملکرد *SOX2*، که تمایز و تکثیر hMSCs (Human Mesenchymal Stem Cells) است مورد توجه قرار گرفته است. مکانیسم مولکولی که در هنگام از دست دادن *SOX2* باعث تمایز می‌شود، در این مطالعه‌ها بررسی شده‌اند. بیان *SOX2* در بقای توانایی چند قوه‌ای بودن hMSCs بسیار مهم است. این وظایف عملکرد *SOX2* تا حد زیادی از طریق تنظیم بیان *c-Myc* انجام می‌شود که کاملاً متفاوت از نقش آن در ESCs (Embryonic Stem Cells) است. این نتایج یک مکانیزم و نقش جدید را برای بیان *SOX2* در تمایز سلول‌های بنیادی بالغ مطرح ساخته و یک راهنمای مهم برای تحقیقات بالینی بیشتر در hMSCs و مطالعه‌های رشد و تکوین سلول‌های بنیادی بالغ ارائه می‌کنند (۲۳).

نتیجه‌گیری

بررسی‌های ما نشان داد که ژن *SOX2* به خوبی و با صحت ترادف در ناقل لنتی ویروسی مورد نظر کلون گردید و ناقل بیانی حاصل به همراه دو ناقل کمکی توانستند سلول‌های HEK293T را در یک ترانسفکشن سه‌تایی آلوده کنند و پارتیکل‌های ویروسی را تولید نمایند. این ذرات ویروسی قادر بودند سلول‌های HEK293T را آلوده ساخته و بیان ژن *SOX2* و GFP را نشان دهند. نتایج و محصولات این مطالعه برای مطالعه‌های باز برنامه‌نویسی سلولی و یا القای تمایز در سلول‌های بنیادی با دیدگاه تمایز به سمت سلول‌های خونساز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تشکر و قدردانی

تحقیق ارائه شده با کمک حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری انجام شده است. نویسندگان مقاله صمیمانه از حمایت‌های مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری تشکر می‌کنند.

ویژگی‌های خود تکثیری و بنیادی بودن، از این فاکتور کلونینگ استفاده گردید تا در پژوهش‌های آتی برای تمایز زدایی از سلول‌های تمایز یافته و مطالعه‌های مربوط به ایجاد سلول‌های خونی، از سلول‌های تمایز زدایی شده استفاده شود. بنابر مطالعه‌های صورت گرفته، به نظر می‌رسد که تهیه ذرات ویروسی حاوی این فاکتور رونویسی می‌تواند برای مطالعه‌های بیشتر جهت بررسی تمایز هدفمند انواع سلول‌های بنیادی به سمت سلول‌های مختلف استفاده گردد. به همین دلیل ژن بسیار مهم *SOX2* در مطالعه‌های آتی به سلول‌های بنیادی مزانشیمی مغز استخوان انتقال یافته و در محیط‌های مناسب تمایزی امکان تمایز به رده‌های خونساز نیز بررسی خواهد شد.

در این تحقیق، بعد از همسانه‌سازی ژن *SOX2* و تایید سازه نوترکیب pLEX-*SOX2*-pur توسط روش‌های مولکولی، سازه تایید شده به تنهایی به سلول‌های HEK293T ترانسفکت گردید و توانایی بیان این ژن توسط RT-PCR در سلول‌های HEK293T بررسی شد. این موضوع در آزمایش‌هایی که با بیان یک سازه نوترکیب مربوط است حایز اهمیت می‌باشد. چون این احتمال وجود دارد که در حین انجام مراحل همسانه‌سازی به علت جهش‌های احتمالی در سازه نوترکیب، این سازه قدرت بیان ژن مورد نظر را از دست بدهد، بنابراین می‌توان بعد از همسانه‌سازی ژن مورد نظر، بیان آن را بررسی و از صحت سازه نوترکیب مطمئن گردید.

بررسی‌های ما نشان داد که ژن *SOX2* به خوبی و با صحت ترادف در ناقل لنتی ویروسی مورد نظر کلون گردید و ناقل بیانی حاصل به همراه دو ناقل کمکی توانستند سلول‌های HEK293T را در یک ترانسفکشن سه‌تایی آلوده کنند و پارتیکل‌های ویروسی را تولید نمایند. این ذرات ویروسی قادر بودند سلول‌های HEK293T را آلوده ساخته و بیان ژن *SOX2* و GFP را نشان دهند. نتایج و محصولات این مطالعه برای مطالعه‌های باز برنامه‌نویسی سلولی و یا القای تمایز در سلول‌های بنیادی با دیدگاه تمایز به سمت سلول‌های خونساز مورد استفاده قرار

References :

- 1- Takahashi K, Yamanaka S. Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast culture by define factors. *Cell* 2006; 126(4): 663-76.
- 2- Ebben JD, Zorniak M, Clark PA, Kuo JS. Introduction to induced pluripotent stem cells: advancing the potential for. *World Neurosurg* 2011; 76(3-4): 270-5.
- 3- Lowry WE, Richter L, Yachechko R, Pyle AD, Tchieu J, Sridharan R, *et al.* Generation of human induced pluripotent stem cells from dermal fibroblasts. *Proc Natl Acad Sci USA* 2008; 105(8): 2883-8.
- 4- Okita K, Yamanaka S. Induced pluripotent stem cells: opportunities and challenges. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2011, 366(1575): 2198-207.
- 5- Nakagawa M, Koyanagi M, Tanabe K, Takahashi K, Ichisaka T, Aoi T, *et al.* Generation of induced pluripotent stem cells without Myc from mouse and human fibroblasts. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2008; 105(8): 101-6.
- 6- Ranzani M, Cesana D, Bartholomae CC, Sanvito F, Pala M, Benedicenti F, *et al.* Lentiviral vector-based insertional mutagenesis identifies genes associated with liver cancer. *Nat Methods* 2013; 10(2): 155-61.
- 7- Ebben JD, Zorniak M, Clark PA, Kuo JS. Introduction to induced pluripotent stem cells: advancing the potential for. *World Neurosurg* 2011; 76(3-4): 270-5.
- 8- Avilion AA, Nicolis SK, Pevny LH, Perez L, Vivian N, Lovell-Badge R. Multipotent cell lineages in early mouse development depend on SOX2 function. *Genes Dev* 2003; 17(1): 126-40.
- 9- Rodda DJ, Chew JL, Lim LH, Loh YH, Wang B, Ng HH, *et al.* Transcriptional regulation of nanog by OCT4 and SOX2. *J Biol Chem* 2005; 280(26): 24731-7.
- 10- Razi Soofiyan S, Baradaran B, Lotfipour F, Kazemi T, Mohammadnejad L. Gene therapy, early promises, subsequent problems, and recent breakthroughs. *Adv Pharm Bull* 2013; 3(2): 249-55.
- 11- Yin H, Kanasty RL, Eltoukhy AA, Vegas AJ, Dorkin JR, Anderson DG. Non-viral vectors for gene-based therapy. *Nat Rev Genet* 2014; 15(8): 541-5.
- 12- Vannucci L, Lai M, Chiappesi F, Ceccherini-Nelli L, Pistello M. Viral vectors: a look back and ahead on gene transfer technology. *New Microbiol* 2013; 36(1): 1-22.
- 13- Guy HM, McCloskey L, Lye GJ, Mitrophanous KA, Mukhopadhyay TK. Characterization of lentiviral vector production using microwell suspension cultures of HEK293T-derived producer cells. *Hum Gene Ther Methods* 2013; 24(2): 125-39.
- 14- Didier Trono Lab. Trono Lab Packaging and Envelope Plasmids. Available from: <http://www.addgene.org>.
- 15- Jorgensen C, Deschaseaux F, Planat-Benard V, Gabison E. Mesenchymal stem cells: A therapeutic update. *Med Sci (Paris)* 2011; 27(3): 275-84. [Article in French]
- 16- Machalinska A, Lubinski W, Penkala K, Kawa M, Baumert B, Wiszniewska B, *et al.* Functional improvement of injured retina following the adjuvant stem cell-based therapy. Preliminary report. *Klin Oczna* 2011; 113(4-6): 117-21. [Article in Polish]
- 17- Lamba DA, Karl MO, Ware CB, Reh TA. Efficient generation of retinal progenitor cells from human embryonic stem cells. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2006; 103(34): 12769-74.
- 18- Osakada F, Jin ZB, Hiram Y, Ikeda H, Danjyo T, Watanabe K, *et al.* In vitro differentiation of retinal cells from human pluripotent stem cells by small-molecule induction. *J Cell Sci* 2009; 122(Pt 17): 3169-79.
- 19- Amado RG, Chen IS. Lentiviral vectors the promise of gene therapy within reach? *Science* 1999; 285(5428): 674-6.
- 20- Mátrai J, Chuah MK, VandenDriessche T. Recent advances in lentiviral vector development and applications. *Mol Ther* 2010; 18(3): 477-90.
- 21- Zhang XY, La Russa VF, Bao L, Kolls J, Schwarzenberger P, Reiser J. Lentiviral vectors for sustained transgene expression in human bone marrow-derived stromal cells. *Mol Ther* 2002; 5(5 Pt 1): 555-65.
- 22- Naldini L. In vivo gene delivery by lentiviral vectors. *Thromb Haemost* 1999; 82(2): 552-4.
- 23- Park SB, Seo KW, So AY, Seo MS, Yu KR, Kang SK, Kang KS. SOX2 has a crucial role in the lineage determination and proliferation of mesenchymal stem cells through Dickkopf-1 and c-MYC. *Cell Death Differ* 2012; 19(3): 534-45.

Original Article

Cloning of human *SOX2* in lentiviral vector and transduction of HEK293T cell line

Darbari E.¹, Soheili Z.S.²

¹*College of Science, University of Tehran, Tehran, Iran*

²*National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology, Tehran, Iran*

Abstract

Background and Objectives

Recently the regenerative stem cell-based therapy has held great promise in treating severe degenerative diseases. *SOX2* gene is highly conserved among species and plays an important role in maintenance of self renewal capacity in stem cells. *SOX2* concomitant with OCT4, cMYC, and KLF4 is recruited to reprogram somatic cells towards stem cells. Today *SOX2* is frequently being used in induced pluripotent stem cells generation and desired cell based therapies. The aim of this study was to clone *SOX2* gene in lentiviral vector and evaluate HEK293T transduction.

Materials and Methods

In the present experimental study, the coding sequence of human *SOX2* gene was synthesized and received in pUC57 cloning vector. The synthesized cDNA was sub-cloned into pLEX-MCS Lentiviral vector. Lentiviral particles were produced in HEK293T cells and subsequently the HEK293T were transduced and infected cells were selected by their resistance to puromycin in the culture. Expression of *SOX2* was evaluated in infected HEK293 cells by using Real-Time PCR.

Results

Constructs expressing *SOX2* gene were produced and confirmed. HEK293T was successfully transduced by lentiviral particles and after 24 hours more than 90% of HEK293T represented the expression of GFP. Real-Time PCR confirmed *SOX2* expression in infected HEK293 cells.

Conclusions

HEK293T wase transduced and expressed GFP and *SOX2* successfully.

Key words: *SOX2* Transcription Factor, Cloning Vectors, Green Fluorescent Proteins

Received: 1 Feb 2015

Accepted: 20 May 2015

Correspondence: Soheili ZS., PhD of Biochemistry. Assistant Professor of National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology.
P.O.Box: 14956-161, Tehran, Iran. Tel: (+9821) 44787379; Fax: (+9821) 44787399
E-mail: soheili@nigeb.ac.ir