ژن درمانی، ملاحظات اخلاقی، چالش‌ها و راهکارها

مهرزاد کیانی
شبنم بزمی
اردشیر شیخ آزادی

چکیده

ژن درمانی عرصه‌ای جدید از دانش بشری است که در آن با استفاده از قابلیت‌های دانش مهندسی ژنتیک می‌توان تدبیر درمانی مناسبی برای شماری از بیماری‌های سرطانی و قلبی عروقی ارائه کرد. این روش درمانی بسیار جوان بوده و بیش از دو دهه از بکارگیری آن نمی‌گذرد. ژن درمانی در عین مؤثر بودن و تحولات چشمگیری که داشته است، در ارتباطی متقابل و پیچیده با پزشکی، زیست شناسی، اخلاق، حقوق، فلسفه، مذهب، سیاست و مسائل اجتماعی قرار داشته و هنوز در مراحل آغازین مسیر پویای علمی خود است. مواردی از جمله احتمال بسط عفونت‌های ویروسی، هزینه‌های مالی مترتب بر آن و نیاز به تکرار مراحل ژن درمانی، امکان سوءاستفاده از ژن درمانی به عنوان سلاح، امکان سوء استفاده از آن برای بهسازی نژادی و ایجاد پدیده‌ای به نام کودکان سفارشی و سایر ملاحظات اخلاقی پایه و بنیادی که نسبت به ژن درمانی بعنوان یک روش درمانی مطرح است (به شرحی که در مقاله اشاره شده است) همگی مواردی هستند که کنترل دقیق روند ژن درمانی، از نظر اخلاقی و حقوقی و نیز نظارت مستمر و قانونمندکردن آن را الزامی می‌نماید. با توجه به اثرات مفید و متعددی که این روش درمانی جدید داراست و تجربه تلخی که از بهره‌گیری نادرست از این روش‌های نوین در تاریخ پزشکی داشته‌ایم توجه هرچه بیشتر به ملاحظات اخلاقی و حقوق پزشکی موجود در این عرصه، خواهد توانست زمینه‌ای مناسب جهت بهره‌گیری هرچه بیشتر از ژن‌درمانی را فراهم آورده و از بروز لغزش‌ها، خطاها و سوءاستفاده‌های احتمالی ممانعت نماید.

واژگان کلیدی

اخلاق پزشکی؛ ژن درمانی؛ اخلاق؛ ژنتیک.

ژن درمانی، ملاحظات اخلاقی، چالش‌ها و راهکارها

بعد از آنکه بشر موفق شد فرمول ژنوم انسانی را شناسایی کند، مرحله‌ای دیگر از پژوهش‌ها که به اصلاح ژن‌های معیوب مربوط می‌شدند، آغاز شد. برخی این شاخه علمی را مهندسی ژنتیک نام نهادند. در این روش درمانی، ژن‌ها را به منظور جلوگیری از ابتلا به یک بیماری ژنتیکی و یا درمان آن، دستکاری می‌کنند. هنگام ژن‌درمانی از سه روش استفاده می‌شود:

در روش اول ژن ناقص را با ژن غالب جایگزین می‌کنند.

روش دوم آن است که یک ژن معیوب، مورد اصلاح و تغییر قرار گیرد تا بصورت طبیعی و سالم عمل کند و در روش سوم یک ژن فعال را غیرفعال ساخته و یا برعکس یک ژن غیرفعال را فعال می‌کنند(لوییس واگن، ۲۰۰۸، ص۴۶۸).

البته آنچه که تا به امروز بیشتر مورد استفاده قرار گرفته، روش نوع اول بوده است. باید دانست که وارد کردن یک ژن به یک سلول امری دشوار است و معمولاً برای انجام این کار، از یک ناقل (حامل) استفاده می‌کنند. امروزه بصورت شایع از ویروس‌ها به عنوان ناقل یا حامل ژن‌ها استفاده می‌نمایند. شایان ذکر است که این ویروس‌ها قبلاً در آزمایشگاه فاقد قدرت بیماری‌زایی شده و واجد توان انتقال قطعات ژنی می‌شوند (رابین گاسمائو، ۲۰۰۲، ص ۲۵۶).

ناگفته پیداست که ژن درمانی می‌تواند در درمان بیماری‌های ژنتیک، سرطان‌ها و برخی بیماری‌های سیستمیک که ریشه‌های ژنتیک درباره آنها مطرح است، مورد استفاده قرار گیرد. به هرحال نکته مهم و کلیدی آن است که ژن درمانی دانشی بسیار جوان است که هنوز در آغاز راه خود بوده و با وجود قابلیت‌های

متعدد و متنوعی که دارد موضوعات، ملاحظات و حواشی گوناگونی را به همراه داشته است.

تاریخچه

اولین بار در سال ۱۹۹۰ پژوهشی در مورد یک دختربچه ۴ ساله که دچار کمبود آنزیم آدنوزین دآمنیاز[1] بود، انجام شد، این بیماری به شدت بر سیستم ایمنی اثر گذاشته و آن را تضعیف می‌کند و لذا عمر کودک را بسیار کم می‌کند. بدن این کودک در مقابل عفونت‌های مضر برای حیات انسان بی‌دفاع بود و به همین خاطر بر اثر عفونت‌های متعدد و مهلک به زودی جان خود را از دست می‌داد. از طریق ژن درمانی، ژن مربوط به ساخت آنزیم مذکور را به سلول‌های سیستم ایمنی دختربچه وارد کردند تا به این طریق آنزیم مورد نیاز تولید شود، این درمان مؤثر بود و بزودی سیستم ایمنی بیمار فعال گشت و برای سال‌ها به طور طبیعی به کار خود ادامه داد.

در کنار تجربه موفق مذکور، در مواردی هم تحقیقات با شکست مواجه شده است. در سال ۱۹۹۹ پسری ۱۸ ساله که مبتلا به بیماری کمبود آنزیم اورنیتین ترانس کربوکسیلاز[2] بود دچار نارسایی در عملکرد اعضای متعددی از بدن خود شد. وی تحت ژن درمانی قرار گرفت ولی متأسفانه فوت کرد. بررسی‌ها نشان داد که علت فوت وی، پاسخ شدید سیستم ایمنی بدن پسر جوان به این ویروس حامل ژن بود.

موردی دیگر از ژن درمانی برای درمان نقص سیستم ایمنی بدن بود. این بیماری به علت نارسایی شدیدی که در سیستم ایمنی بدن ایجاد می‌کند در عرض یکسال باعث مرگ کودک می‌شود. ژن درمانی بر روی تعدادی از کودکان مبتلا

به این بیماری انجام شد و با کمال تعجب تمامی آنها درمان شدند. ولی متعاقب آن، دو نفر از کودکان دچار حالتی مانند لوسمی (سرطان خون) شدند. بنابراین سازمان غذا و داروی فدرال آمریکا (FDA) در سال ۲۰۰۳ بصورت موقت این تحقیقات را متوقف کرد. بعد از بررسی‌های لازم، فعال شدن این پژوهش‌ها با کنترل و دقت خاص جهت پیشگیری از این‌گونه عوارض ناخواسته مجدداً از سر گرفته شد(لوییس واگن، ۲۰۰۸، ص۴۷۰).

طریقه انجام ژن درمانی

ژن درمانی به دو روش به انجام می‌رسد: الف ــ ژن درمانی بر روی سلول‌های بدنی[۳] (سوماتیک) ب ــ ژن درمانی بر روی سلول‌های زایا[۴] (ژرم سل)

در روش اول تغییر ژن‌ها در سلول‌های سوماتیک مانند سلول‌های کبد یا عضلات انجام می‌شود و در دومین روش ژن درمانی بر روی اسپرم و تخمک صورت می‌پذیرد. در ژن درمانی از نوع سوماتیک، تغییرات حاصل از درمان صرفاً به همان فردی که تحت درمان قرار گرفته محدود می‌شود، ولی در ژن درمانی سلول زایا این تغییرات به خاطر آنکه در اسپرم و تخمک انجام شده‌اند، به نسل‌های بعدی نیز انتقال می‌یابند.

امروزه تأکید پژوهشگران بیشتر بر ژن درمانی سلول‌های سوماتیک و به منظور درمان بیماری‌های ژنتیک، سرطانی و قلبی و عروقی است.

باید دانست که در مسیر انجام ژن درمانی، موانع فراوانی وجود دارد. یکی از مهم‌ترین موانع، کنترل ویروس حامل ژن سالم است. این موضوع از آن حیث مهم است که این ویروس باید بصورت دقیق ژن را به سلول مورد نظر تحویل دهد،

گاه بعلت اختلالاتی که رخ می‌دهد این ویروس‌ها سبب بیماری جدی و یا بروز پاسخ ایمنی خطرناک در فرد گیرنده ژن می‌گردند.

پیچیدگی درمان در بیماری‌های چند ژنی مانند آرتریت (التهاب مفاصل)، بیماری قند، بیماری‌های قلبی و آلزایمر (نوعی زوال عقل) باعث شده است که در حال حاضر درمان آنها با این روش، مشکل و پیچیده باشد. امروزه بیشتر بیماری‌های تک ژنی مانند هموفیلی، دیستروفی‌های عضلانی[۵] و کم خونی داسی شکل[۶] که درمان آنها نسبت به بیماری‌های چند ژنی آسان‌تر است بیشتر در کانون توجه جهت درمان قرار دارند(هیندر، ۲۰۰۰، ص ۱۵۵).

باید توجه داشت که ژن درمانی در ارتباطی متقابل و پیچیده با پزشکی، زیست شناسی، اخلاق، حقوق، فلسفه، مذهب، سیاست و مسائل اجتماعی و روانشناسی قرار داشته و همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، دانشی است که هنوز در آغاز مسیر پویایی علمی خود است.

نکات و ملاحظات اخلاقی در بهره‌گیری از روش ژن درمانی

طبیعت ژن درمانی که به نوعی دستکاری و مهندسی بر روی ساختار ژنی است، با توجه به نقش و عملکرد ژن‌ها، به‌گونه‌ای است که ملاحظات اخلاقی متعددی را با خود همراه داشته است. با گسترش استفاده از این روش، چالش‌های اخلاقی جدیدی نیز مطرح می‌گردد. این تأکیدات اخلاقی بیشتر برمبنای حفظ حقوق بیماران و رعایت استقلال آنان، سودمندی این روش و رعایت موازین عدالت و بنیان‌های علمی در هنگام انجام ژن درمانی است. شماری از این چالش‌های اخلاقی بشرح زیر هستند:

۱ـ بسط عفونت‌های ویروسی: ویروس مورد استفاده جهت ژن درمانی که نقش حامل ژن جدید را خواهد داشت اگرچه ضعیف شده و قدرت بیماری‌زایی خویش را از دست داده است ولی ممکن است در درون بدن بیماران مجدداً قدرت بیماری‌زایی خود را بدست آورده و باعث عفونت و بیماری در بدن میزبان شده و سلامتی وی را به خطر اندازد. این امر موجب ایراد ضرر و صدمه به بیماران است.

۲ـ از آنجا که این شاخه از درمان، زمینه‌ای جدید و دانشی جوان است، هنوز شواهدی مستقل در دست نیست که نشان دهد این روش بصورت دائمی مؤثر است. ممکن است بیماران مجبور شوند چندین مرحله از ژن درمانی را به انجام رسانیده و هر بار متحمل هزینه‌های سنگین و خطرات آن گردند. خاصه اینکه احتمال پاسخ سیستم ایمنی به ژن جدید (به عنوان یک جسم خارجی) در هر مرحله از ژن درمانی وجود دارد و تعدد مراحل ژن درمانی می‌تواند این خطر را بیشتر کرده و موجب ضرر و خطر برای بیمار گردد. این آسیب و ضرر هم از دیدگاه جسمانی و بدنی و هم از منظر اقتصادی به بیمار تحمیل می‌شود.

۳ـ با توجه به اصل پرهیز از ضرر رسانی به بیمار، معضل دیگری که از دیدگاه اخلاق پزشکی مطرح می‌گردد بدین‌گونه است که ممکن است DNA جدید در محل نادرستی در ژنوم فرد گیرنده، قرار گیرد (مثلاً ممکن است در محل یک ژن کنترل کننده غدد سرطانی[۷] قرار گیرد و آن را غیرفعال کند). حاصل این عمل ایجاد تومور در بدن فرد گیرنده ژن (میزبان) خواهد بود. لذا این امر خلاف اصل سودرسانی و باعث اضرار به بیمار است.

۴ـ خطر مهم دیگر از دیدگاه اخلاقی (که مکرراً در مورد ژن درمانی مورد اشاره قرار گرفته است) امکان استفاده از آن بعنوان یک سلاح است. متأسفانه امروزه بیوتروریسم یک معضل شناخته شده در جامعه جهانی است. ممکن است

ژن بیماری‌زا و مضر را وارد ویروس کرده و افراد را در معرض آن قرار دهند. لذا امکان اقدامات تروریستی به صورت آسیب فردی یا تعرض جمعی وجود خواهد داشت و بدینسان یک روش درمانی پزشکی، تبدیل به یک سلاح مهلک کشتار جمعی خواهد شد. خطر دیگری که وجود دارد امکان استفاده از ژن درمانی بعنوان روشی برای تولید افرادی با خصوصیات ویژه مثلاً برای نیروهای نظامی است.

۵ـ عرصه دیگری از موضوعات اخلاقی درباره ژن درمانی در قالب یک مباحثه اخلاقی[۸] مطرح می‌گردد. آنها که موافق ژن درمانی هستند می‌گویند که اگر ما قدرت این را داریم که از بیماری‌های ژنتیک پیشگیری کرده و یا آنها را درمان کنیم چرا چنین نکنیم؟ آیا ما ملزم به پیشگیری و درمان بیماری‌ها نیستیم؟ این موضوع خصوصاً در عرصه ژن درمانی سلول‌های زایا بیشتر مورد توجه است. همان‌گونه که ذکر شد در این نوع از ژن درمانی تغییرات ایجاد شده به نسل‌های بعدی هم انتقال می‌یابد. در ادامه موضوع مذکور، برخی معتقدند اصل اتونومی، آزادی تولید مثل و توالد و تناسل را به افراد اعطاء می‌کند. بنابراین انسان‌ها حق دارند که تصمیم بگیرند آیا فرزندی داشته باشند یا خیر؟ حال در صورتی که افراد چنین حقی را داشته باشند، آیا این حق را هم ندارند تصمیم بگیرند فرزندان آنها بیماری و یا ناتوانی نداشته باشند؟ گروه مقابل این‌گونه استدلال می‌نمایند که آزادی تولید مثل حدودی دارد که ژن درمانی بر روی سلول‌های زایا ممکن است از این حدود گذر کند. دستکاری و یا از بین بردن ژن‌ها بی‌احترامی به زندگی و خلقت بشری است. در واقع مخالفان ژن درمانی بر روی سلول‌های زایا آن را بی‌احترامی و یا تبعیض نسبت به افراد ناتوان نیز تلقی می‌نمایند(لوییس واگن، ۲۰۰۸، ص ۴۷۰).

۶ـ نکته دیگری که برخی در امتداد مبحث بند ۵ مطرح می‌نمایند آن است که ژن درمانی ممکن است منجر به بهسازی نژادی[۹] گردد. در منظر اول بهسازی نژاد به انگیزه پیرایش و اصلاح ژنوم انسانی از بیماری‌ها و کاستی‌های ژنی صورت می‌گیرد. در تاریخ سوابقی از اقدامات اصلاح نژادی موجود است. اقدامات نازی‌ها برای خلوص نژادی از طریق عقیم کردن اجباری برخی افراد، یا اقداماتی که در اوایل قرن ۲۰ در آمریکا رخ داد و طی آن افراد مجرم، کودن یا دارای نقص را عقیم می‌کردند از این جمله هستند.

مهمترین اعتراضی که از نظر اخلاقی به بهسازی نژادی صورت می‌پذیرد، تعرض به اتونومی افراد است. یعنی آنکه برای کودکی که هنوز به دنیا نیامده است تصمیم‌گیری شده است که چه خصیصه‌هایی داشته باشد و واجد چه ویژگی‌هایی نباشد.

۷ـ گروهی دیگر بهسازی ژنی را یک اصطلاح گسترده دانسته و آن را بر دو نوع منفی و مثبت تقسیم می‌نمایند. بر این اساس در نوع منفی بهسازی ژنی، نسبت به پیشگیری و یا درمان بیماری‌ها اقدام می‌شود. این اقدامات از طریق آزمایش‌های ژنتیک، سقط انتخابی و درمان در سلول‌های زایای جنین انجام می‌شود. غربالگری‌های قبل از تولد هم نوعی از بهسازی منفی است. نوع مثبت بهسازی در جهت تقویت و تشدید عملکردهای طبیعی و مورد نظر، صورت می‌پذیرد در این روش والدین می‌توانند از طریق تغییرات سلول‌های زایا، فرزندانی باهوش‌تر، بلند قدتر، مقاوم‌تر به بیماری و... داشته باشند.

مباحث اخلاقی که در این زمینه مطرح می‌گردند به این‌گونه است که بهسازی ژنی اگر به منظور اصلاح خصیصه‌های ژنی معیوب و بیماری‌ها انجام شود قابل

قبول است ولی اگر منظور از انجام آن تقویت برخی خصلت‌های طبیعی باشد ممکن است مورد سوء استفاده های ناروا قرار گیرد.

اینکه ژنوم یک فرد فاقد ژن‌های بیماری تی‌ساک[۱۰] و سیستیک فیبروزیس[۱۱] باشد و این عمل توسط ژن درمانی صورت پذیرد امری مفید است، ولی اینکه با اصلاح ژنی به یک کودک زندگی بسیار طولانی همراه با سیستم ایمنی فوق‌العاده قوی بدهیم یا اینکه پدیده‌ای به نام کودکان سفارشی رخ بدهد که در طی آن قد، رنگ چشم، موها، IQ و سایر خصوصیات کودک از قبل به سفارش والدین و با اصلاح ژنی تنظیم شود، در اکثر قریب به اتفاق مکاتب اخلاقی مورد پذیرش نمی‌باشد(لوییس واگن، ۲۰۰۸، ص۴۷۱).

۸ــ در همین زمینه عقاید دیگری نیز مطرح شده است. برخی گویند ژن درمانی بر روی سلول‌های زایا از جمله اقداماتی است که اصطلاحاً اقدام با آینده باز[۱۲] تلقی می‌گردد. منظور از این اصطلاح آن است که این اقدام (ژن درمانی سلول زایا) بر آیندگان نیز تأثیر دارد. لذا اگر این نوع از ژن درمانی درآینده امکان‌پذیر و متداول گردد بر نسل‌های بعدی نیز اثر خواهد گذاشت. نکته اخلاقی این است که در این روش بر روی نسل‌های آتی تغییراتی عارض می‌شود، حال آنکه رضایت نسل‌های آتی به این تغییرات مشخص نمی‌باشد. یعنی اینکه بدون رضایت و درخواست شخصی، آگاهانه و داوطلبانه فرد یا افرادی از نسل‌های آتی، تغییراتی در ژنوم آنها پدید آمده و ساختار طبیعی ژن‌ها دگرگون شده است. مزید بر آن، در صورتی که این اقدامات بر روی جنین در درون رحم مادر صورت پذیرد، او را در معرض اقدامات تهاجمی قرار داده‌ایم که خلاف روند بارداری بوده و جنین بر انجام آن رضایت و آگاهی ندارد.[۱۳] همچنین این موضوع زمینه یک مباحثه قدیمی دیگر را می‌گشاید، این مباحثه قدیمی حق جنین بر حیات و تعیین هنگامی است

که جنین به عنوان یک انسان، واجد حق می‌گردد. بر این اساس بسته به اینکه چه هنگام به عنوان یک فرد برای جنین ارزش قائل باشیم، برخورد و مواجهه با ژن‌درمانی بر روی سلول زایا و جنین در مراحل رشدی آن متفاوت خواهد بود.

۹ـ دیدگاه دیگر در این زمینه یک برخورد کلاسیک اخلاقی با موضوع ژن‌درمانی است و بیشتر بر نوع سوماتیک ژن‌درمانی تکیه دارد. در این دیدگاه هنگام ژن‌درمانی سوماتیک با انتقال DNA توسط ویروس به داخل ژنوم، بیماری درمان می‌شود. در واقع در این حالت DNA به مانند یک دارو عمل می کند. بنابراین تمامی ملاحظاتی که در یک درمان عادی دارویی وجود دارد در این مورد نیز مطرح است. مواردی از جمله اصل رضایت آگاهانه، تعادل قابل قبول بین صلاح و صرفه و زیان‌ها و اصل عدالت در انتخاب افراد به منظور انجام ژن درمانی، بعنوان مواردی مهم مدنظر بوده و مطرح هستند.

امروزه ژن درمانی نوع سوماتیک بصورت درون بدنی[۱۴] و خارج از بدن (آزمایشگاهی)[۱۵] صورت می‌پذیرد. در نوع درون بدنی ژن درمانی بر روی سلولی که درون بدن فرد قرار دارد، انجام می‌شود (مانند ژن درمانی بر روی سلول‌های بافت ریه در بیماری سیستیک فیبروزیس) ولی در نوع ژن درمانی خارج از بدنی، ابتدا سلول را از بدن خارج و سپس در لوله آزمایشگاهی اصلاح ژنی انجام می‌دهند. در مرحله بعد این سلول تغییر ژن یافته را به بدن باز می‌گرداند (مانند آنکه سلول‌های مغز استخوان را خارج کرده و پس از اقدامات ژن درمانی در آزمایشگاه آنها را مجدداً به بدن باز می‌گردانند تا از این طریق بیماری کم‌خونی داسی شکل را درمان کنند).

در ژن درمانی از نوع درون بدنی (In-vivo) امکان گسترش عفونت ناخواسته ناشی از ویروس حامل بیماری بیشتر است پس باید به منظور جلوگیری از آسیب به بیمار مراقبت‌های بیولوژیک بیشتری به عمل آید.

چالش‌های علمی و اجرایی ژن‌درمانی

اولین نکته آن است که دستکاری، تغییر و اصلاح ژنی ممکن است شرایط را بدتر کند. همچنین این امکان وجود دارد که از یک بیماری پیشگیری کرده ولی بیماری دیگر را تشدید کند. گاهی نتایج حاصل از این اقدامات ممکن است فاجعه‌آمیز بوده و باعث مرگ بیماران می‌شود.

نکته مهم دیگر آن است که این نتایج سوء در صورت انجام ژن درمانی بر روی سلول‌های زایا ممکن است به نسل‌های بعدی هم انتقال یابند و نهایتاً باعث تغییرات فاجعه‌بار در ژنوم (مجموعه اطلاعات ژنتیکی) انسانی شود.[۱۶]

نتیجه

ژن درمانی به عنوان یک روش درمانی برای پاره‌ای از بیماری‌ها مطرح بوده و اگرچه اکنون در مراحل آغازین تحقیق و به‌کارگیری جهت درمان بیماران است ولی با رعایت جوانب و ملاحظات اخلاقی، پزشکی، مذهبی، قانونی و اجتماعی لازم، می‌تواند فواید شگرفی در درمان مؤثر برای پاره‌ای از بیماری‌ها داشته باشد.

اصول بنیادین اخلاق پزشکی در هنگام ژن درمانی باید مدنظر قرار گیرند. همچنین توجه به سودرسانی به بیمار و پرهیز از ایجاد ضرر، احترام به استقلال افراد و اهتمام به عدالت در این امر بسیار مهم هستند.

اگرچه تمامی این ملاحظات هنگام ژن درمانی سلول‌های سوماتیک مدنظر هستند ولی حساسیت و ترس از آسیب و لغزش علمی هنگام ژن درمانی سلول زایا بیشتر است. اصولی مانند اصل استقلال افراد و رضایت فرزندان آتی، رعایت اصل عدالت در هنگام ژن درمانی، توجه به کرامت انسانی افراد معلول و دارای نقایص ژنتیکی، امکان بهره‌وری نادرست از ژن درمانی سلول زایا برای تولد فرزندان سفارشی و سوءاستفاده از آن در بهسازی‌های ژنی که فاقد وجاهت اخلاقی و پزشکی هستند، دخالت ناروا در خلقت انسان، طبیعت و سازگاری و تکامل طبیعی نسل‌ها، همگی دغدغه‌های اخلاقی مهمی در این عرصه هستند.

علاوه بر آن ژن درمانی ممکن است در دست برخی افراد و دولت‌ها به عنوان وسیله‌ای برای ترور یا سلاحی کشنده (از طریق انتقال ژن‌های مهلک به ژنوم افراد) مورد سوء استفاده قرار گرفته و یا از ژن درمانی سلول زایا جهت تولد افرادی با خصوصیات ویژه (برای مثال جهت نیروی نظامی خاص) سوء استفاده شود.

کنترل دقیق موضوع از نظر اخلاقی و نظارت و قانونمند کردن ژن درمانی باعث می‌شود زمینه‌ای مناسب جهت بهره‌گیری از آن فراهم و از سوء استفاده‌ها ممانعت شود. این مهم با اطلاع پژوهشگران و درمانگران در عرصه ژن درمانی از موازین علمی و اخلاقی مربوط و نیز نظام‌مند کردن این زمینه پویا از علم زیستی با ضوابط اخلاقی و حقوقی لازم و کنترل مداوم روندهای تحقیقاتی و درمانی امکان‌پذیر است.

پی‌نوشت‌ها

1- Adenosine deaminase.
2- Ornitin trans carboxylase.
3- Somatic cells.
4- Germ cells.
5- Muscular Dystrophy
6- Sickle cell Anemia
7- Tumor Suppressor gene
8- Ethical Debate
9- Eugenesis.
10- Tay - Sacks
11- Cystic fibrosis
12- Open ended future.
13- Alex Manron – 9th postgraduate cause for training in reproductive medicine and biology .
14- In- vivo
15- In – vitro.
16- Drew. E. Itinerary, Sara – c. Hinderer - P.155

فهرست منابع

Lewis vaughn, Bioethics Principle, oxford -2008.
Robyn Gohsmau- Incredibly easy law and ethics. 2002.
Alex Manron–9th postgraduate cause for training in reproductive medicine and biology.
Drew .E.Hinder –Sara – R.Hinder –A multidisciplinary Approach to heaiyh care ethics-May ford PUB -2000- P 155

یادداشت شناسه مؤلف

مهرزاد کیانی؛ متخصص طب قانونی، دانشیار گروه اخلاق پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
پست الکترونیکی: kiani1343@yahoo.com
شبنم بزمی؛ متخصص طب قانونی، استادیار مرکز تحقیقات اخلاق و حقوق پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
اردشیر شیخ آزادی؛ متخصص طب قانونی، دانشیار گروه پزشکی قانونی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۸۸/۱۰/۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۱۲/۱۳